

**VŠB - Technická univerzita ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut geoinformatiky**

**Statistické zpracování dopravních dat  
Statistical Processing of Traffic Data**

**diplomová práce**

**Autor:**

**Bc. Václav Švidernoch**

**Vedoucí diplomové práce:**

**RnDr. Daniela Szturcová, Ph.D**

**Ostrava 2013**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut geoinformatiky

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Václav Švidernoch**  
Studijní program: **N3654 Geodézie, kartografie a geoinformatika**  
Studijní obor: **3608T002 Geoinformatika**  
Téma: **Statistické zpracování dopravních dat**  
**Statistical Processing of Traffic Data**

### Zásady pro vypracování:

Účelem práce je zpracovat dopravní data v prostředí GIS. Data představují pohyb vozidel po silniční síti a jejich uložení. Statistické zpracování povede k odhadu zatížení dopravních komunikací v různých denních hodinách, různých dnech v týdnu, případně různých ročních obdobích. Cílem zpracování dat je ověřit, zda pomocí statistických funkcí je možné predikovat problémová údobí v určitých oblastech na českých silnicích.

### Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s dopravními daty.
2. Navrhněte postup předzpracování dat tak, aby bylo možné data ve vhodném formátu ukládat do databáze.
3. Navrhněte datovou strukturu vhodnou pro následné statistické zpracování dat.
4. Poskytnutá data uložte do prostředí GIS, případně do databáze s podporou pro prostorová data.
5. Navrhněte postup, který uživateli umožní volbu zájmové oblasti pro sledování dopravní situace.
6. Navrhněte a implementujte funkce, které statisticky vyhodnotí dopravní situaci v zájmové oblasti.
7. Proveďte vyhodnocení dosažených výsledků.

Rozsah původní zprávy: 30 - 50 stran textu.

### Seznam doporučené odborné literatury:

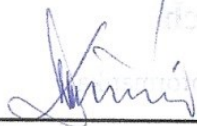
Rigaux P., Scholl M., Voisard A.: Spatial Databases: With Application to GIS, ISBN-10: 1-55860-588-6, MORGAN KAUFFMAN 2001  
Hendl, J.: Přehled statistických metod zpracování dat, ISBN 80-7178-829-1, Portál 2004  
Oracle Spatial Developer's Guide: [http://docs.oracle.com/cd/B28359\\_01/appdev.111/b28400/toc.htm](http://docs.oracle.com/cd/B28359_01/appdev.111/b28400/toc.htm)

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **RNDr. Daniela Szturcová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2012

Datum odevzdání: 30.04.2013



prof. Ing. Zdeněk Diviš, CSc.  
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.  
děkan fakulty

## ***Prohlášení***

*- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.*

*Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*

*- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).*

*- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*

*- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*

*- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

*V Ostravě dne 26. 4. 2013*

*Václav Švidernoch*

# Anotace

V předložené práci je pojednáno o tématu uložení a zpracování prostorových dat získaných ze silniční dopravy do databázové struktury s podporou prostorových datových typů. V první fázi je nastíněn současný stav problematiky v celosvětovém měřítku. V další části jsou uvedeny nástroje a podpůrné prostředky, které bylo třeba využít při zpracování této práce. Následně je uveden postup prací vedoucích ke kýženému výsledku, tedy uložení a zpracování dopravních dat v databázi s podporou prostorových datových typů. Při implementaci byla využita Oracle databáze s prostorovým Spatial modulem. Poté jsou zpracovaná data statisticky charakterizována. Závěrem je shrnuto pojednání o splnění stanovených cílů a jsou řečeny přínosy a kroky vhodné pro navázání na tuto diplomovou práci.

**Klíčová slova:** GPS, GIS, Oracle, Spatial, SQL, WGS-84, dopravní data

# Summary

The presented thesis deals with an issue of storing and processing of spatial data obtained from traffic into a database structure with a support of spatial data types. The first phase outlines the present state of the matter on a worldwide basis. The next part introduces tools and subsidiary means which were needed for the thesis elaboration. Afterwards, the work flow leading to desired results (i.e., storing and processing of traffic data in a database with a support of spatial data types) is presented. During implementation, the Oracle database with the Spatial module was used. Subsequently, the processed data are statistically characterized. Finally, the discourse about the accomplishment of appointed goals is summarized and benefits and steps suitable for follow-up are presented.

**Keywords:** GPS, GIS, Oracle, Spatial, SQL, WGS-84, traffic data

# OBSAH

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>ÚVOD</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1.1</b> | <b>Úvod do problematiky</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1.2</b> | <b>Cíl práce</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2</b>   | <b>ZHODNOCENÍ SOUČASNÉ SITUACE</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>Aplikace pro práci s dopravními daty</b>                                    | <b>2</b>  |
| <b>2.2</b> | <b>Práce zabývající se zpracováním a vyhodnocením prostorových dat</b>         | <b>4</b>  |
| <b>2.3</b> | <b>Dopravní situace na příjezdových silnicích do Rožnova p. R. v roce 2010</b> | <b>5</b>  |
| <b>2.4</b> | <b>Analýza metod vhodných pro statistické zpracování dopravních dat</b>        | <b>6</b>  |
| <b>3</b>   | <b>NÁSTROJE POUŽITÉ PŘI IMPLEMENTACI PRÁCE</b>                                 | <b>7</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>Oracle Spatial</b>  | <b>7</b>  |
| 3.1.1      | Součásti Oracle Spatial  | 8         |
| 3.1.2      | Objektově relační model  | 8         |
| 3.1.3      | Spatial geometrie  | 9         |
| 3.1.4      | Indexování R-stromem   | 10        |
| 3.1.5      | Prostorový index   | 10        |
| <b>3.2</b> | <b>ArcGIS</b>  | <b>11</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Text Pad</b>  | <b>12</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Oracle databáze</b>   | <b>12</b> |
| <b>3.5</b> | <b>Oracle SQL Developer</b>  | <b>12</b> |
| <b>3.6</b> | <b>Oracle SQL*Plus</b>   | <b>13</b> |
| <b>3.7</b> | <b>Oracle SQL*Loader</b>   | <b>13</b> |
| <b>4</b>   | <b>PODPŮRNÉ DATOVÉ PROSTŘEDKY</b>  | <b>14</b> |
| <b>4.1</b> | <b>ArcČR 500 ver. 3.0</b>  | <b>15</b> |
| 4.1.1      | Silnice  | 15        |
| 4.1.2      | Obce   | 16        |
| 4.1.3      | Okresy   | 17        |
| 4.1.4      | Kraje  | 17        |
| <b>4.2</b> | <b>Souřadnicový systém WGS-84</b>  | <b>18</b> |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 4.3        | WMS .....   | 18        |
| <b>5</b>   | <b>POSTUP PRACÍ .....</b>                                   | <b>19</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Zdroje dat .....</b>                                     | <b>19</b> |
| 5.1.1      | Soubor jízd .....   | 19        |
| 5.1.2      | Soubor poloh .....  | 20        |
| <b>5.2</b> | <b>Rozsah stanoveného vzorku dat .....</b>                  | <b>20</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Předzpracování dat .....</b>                             | <b>21</b> |
| <b>5.4</b> | <b>Popis uložení dat do databáze .....</b>                  | <b>21</b> |
| 5.4.1      | Uložení vzorku dat do Oracle databáze .....                 | 21        |
| 5.4.2      | Uložení informací o územních celcích .....                  | 25        |
| <b>5.5</b> | <b>Zpracování a uložení pomocných dat v databázi .....</b>  | <b>30</b> |
| <b>5.6</b> | <b>Vyhodnocení dopravních dat .....</b>                     | <b>34</b> |
| 5.6.1      | Výpočet ujeté vzdálenosti .....                             | 34        |
| 5.6.2      | Výpočet průměrné rychlosti .....                            | 35        |
| 5.6.3      | Vývoj dopravní zátěže na území kraje .....                  | 36        |
| <b>5.7</b> | <b>Aplikace pro dotazování statistických funkcí .....</b>   | <b>49</b> |
| <b>6</b>   | <b>ZÁVĚR .....</b>  | <b>53</b> |
|            | <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÉ ZDROJE .....</b> | <b>54</b> |
|            | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>                                 | <b>56</b> |
|            | <b>SEZNAM TABULEK .....</b>                                 | <b>57</b> |
|            | <b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>                                   | <b>59</b> |
|            | <b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>                                  | <b>61</b> |
|            | <b>OBSAH CD .....</b>                                       | <b>75</b> |

# SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

|        |                                 |
|--------|---------------------------------|
| SDO    | - Spatial Data Object           |
| GPS    | - Global Positioning Systém     |
| GIS    | - Geographis Information Systém |
| MB     | - MegaByte                      |
| GB     | - GigaByte                      |
| VPN    | - Virtual Private Network       |
| SQL    | - Structured Query Language     |
| PL/SQL | - Procedural Language for SQL   |
| MBR    | - Minimum Bounding Rectangle    |
| WGS-84 | - World Geodetic Systém 1984    |
| IS     | - Information Systém            |
| SW     | - Software                      |



# 1 ÚVOD

V současnosti existuje množství algoritmů pro efektivní zpracování dat. Získaná data jsou velmi ceněna, pokud je možné je dále zkoumat a vyhodnocovat. Z efektivně uložených dat lze provádět nejrůznější statistické výpočty, které mohou být dále využity, například pro porovnání historických dat se současnými nebo predikci situace v blízké, ale i vzdálené budoucnosti.

## 1.1 Úvod do problematiky

Velkou skupinou dat, kterou lze velmi efektivně zkoumat a dále zpracovávat, jsou data dopravní. Za poměrně krátkou dobu se velmi rychle rozšířilo používání jednak navigačních systémů, které můžeme nalézt napříč celou dopravní infrastrukturou, ale i čistě jen produktů, které bez interakce s uživatelem zajišťují sběr a odesílání informací o aktuálním umístění objektu. Tímto objektem je nejčastěji dopravní prostředek, není ale výjimkou zakomponování takového zařízení do jiných aplikací, mimo jiné například strojů a zařízení, cenných předmětů, oděvů a mnoha dalších. Data představující polohu objektu jsou dále zpracovávána a vyhodnocována. Příkladem může být sledování vozidel s kompletní správou vozového parku, kde se automaticky vytváří kniha jízd. Dalším příkladem pak je možnost vyhodnocení dopravní zátěže na silnici v reálném čase pomocí takto získaných dat.

Záznamy, které jsou získávány, musí být nutně dále zpracovány. Tak jak s rostoucím počtem dopravních prostředků roste dopravní zatížení, roste i objemová a výpočetní náročnost získaných dat. Proto je nutné data dále efektivně zpracovat. Typicky data, která jsou získávána, obsahují identifikátor jednotky, která se stará o sběr dat, informaci o poloze objektu a časový údaj vztahující se k této poloze. S rostoucím počtem objektů pak roste i množství získaných dat a ta je třeba efektivně zpracovat, aby i veškerá práce s těmito daty byla efektivní.

## 1.2 Cíl práce

Cílem práce je seznámení se s dopravními daty a jejich následné zpracování v prostředí GIS, případně v databázi s podporou pro prostorová data. Na základě zásad pro vypracování této práce budou poskytnutá dopravní data předzpracována a následně uložena v databázi podporující prostorová data. Po uložení dat do vhodné databázové struktury

bude připraven mechanismus pro volbu zájmové oblasti, kde bude následně pomocí funkcí statisticky vyhodnocena doprava.

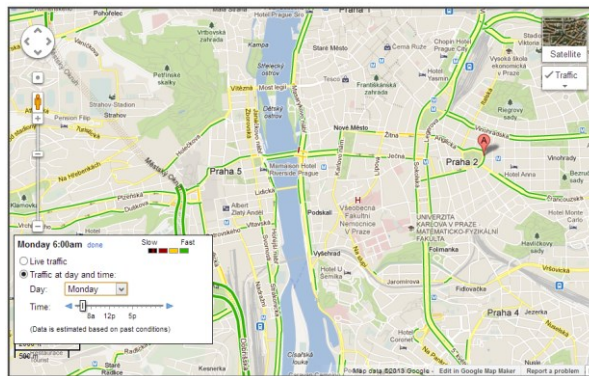
Tato práce se skládá z několika částí. V první části bude zhodnocen současný stav řešené problematiky. Následně bude navazovat popis použitých nástrojů a podpůrných prostředků, které budou využívány při samotné implementaci této práce. V třetí části bude popsán postup prací, vedoucích ke stanoveným cílům. V závěru bude zhodnoceno naplnění cílů a nástin budoucího využití s možnostmi dalšího vývoje.

## **2 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉ SITUACE**

S masovým rozšířením GPS služeb vyvstává otázka ohledně možností využití dat získaných právě z těchto zařízení. V poslední době je tato disciplína velmi diskutována z hlediska využití pro nejrůznější analýzy a predikce. Data získaná ze zařízení jsou velmi ceněna a je možné je snadno zneužít, proto také musí být vhodně zabezpečena.

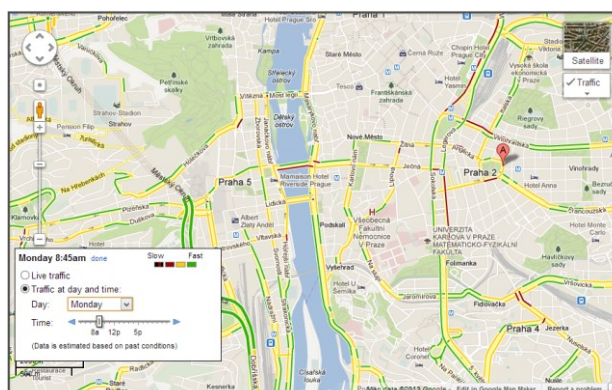
### **2.1 Aplikace pro práci s dopravními daty**

V současnosti problematiku statistického zpracování řeší nejvýznamnější instituce zabývající se prací s velkým objemem dat. Například společnost IBM nabízí produkt Smarter Travel, který poskytuje komplexní analýzu v oblasti dopravy pro business [1]. Tento produkt obsahuje několik modulů, mezi nimiž lze nalézt i moduly pro analýzu a predikci letecké a silniční dopravy. Dle informací společnosti IBM je produkt určen pro letecké a spediční společnosti pro predikci dopravních časů a nákladů na dopravu. Podobný produkt pro business klientelu nabízí i společnost TomTom, která se se svou aplikací Traffic [2] rovněž snaží nabídnout možnost optimalizace dopravních cest. Jelikož je společnost TomTom jedním z lídrů na poli satelitní navigace, využívá v aplikaci data ze svých navigačních jednotek a může tak poskytnout analýzu historických dopravních dat i analýzu dopravy v reálném čase. Dalším produktem, který je schopen poskytnout analýzu dopravních dat, je veřejnosti dostupná aplikace Google Traffic [3], která nabízí jednak pohled na aktuální dopravní zátěž, ale je schopna zobrazit i historickou dopravní zátěž na území v jednotlivých dnech týdne. Tento modul je používán také při plánování trasy, kde je uveden výpočet cestovního času, založený právě na tomto modulu. Následující obrázky nabízí pohled na zobrazení dopravní zátěže v mapě.



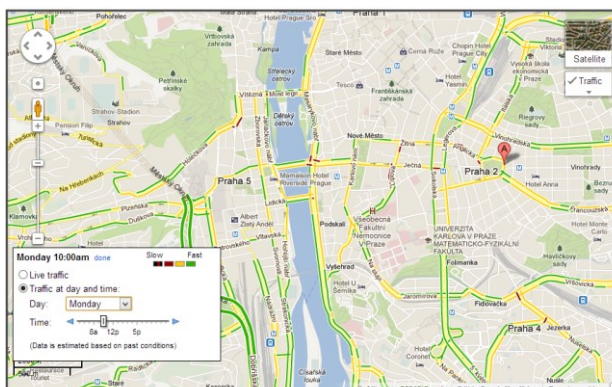
*Obrázek 1: Zobrazení dopravní zátěže v pondělí v 6:00 pomocí aplikace Google.*

V prvním případě (obrázek 1) se naskýtá pohled na dopravní zátěž na území města Prahy v pondělí v 6 hodin ráno. Z grafického znázornění je patrné, že dopravní zátěž v tuto hodinu a v této části města není nikterak vysoká.



*Obrázek 2: Zobrazení dopravní zátěže v pondělí v 8:45 pomocí aplikace Google.*

Oproti předchozímu příkladu stojí grafické zobrazení dopravní zátěže na shodném území v 8:45 hodin ráno (obrázek 2). Z toho je vidět, že nastává ranní dopravní špička a doprava je na několika místech paralyzována.



*Obrázek 3: Zobrazení dopravní zátěže v pondělí v 10:00 pomocí aplikace Google*

Z posledního příkladu (obrázek 3) lze předpokládat, že v pondělí v 10 hodin dopoledne již ranní dopravní špička polevila a dopravní situace je z hlediska intenzity dopravy přívětivější.

## **2.2 Práce zabývající se zpracováním a vyhodnocením prostorových dat**

V předchozí podkapitole bylo popsáno několik finálních produktů, které se zabývají zpracováním a vyhodnocováním dopravních dat. Dopravní data je ovšem nutné uložit do vhodné struktury, odkud je bude možné efektivně dotazovat a provádět jednotlivé analýzy. Vhodností Oracle Spatial modulu pro uložení prostorových dat v databázi se zabývá mnoho článků a vědeckých prací.

Z poslední doby v České republice lze zmínit například práci Michala Káry [4], která se zabývá uložením a analýzou bodového mračka. V práci jsou porovnány jednotlivé modely pro uložení prostorových dat v SŘBD Oracle a je zde rovněž uvedena možnost využití modulu SDO\_PC, jakožto formátu vhodnějšího pro uložení prostorových bodových záznamů.

Analýza a predikce dopravních dat je tématem několika prací a výzkumů. Pro pochopení problematiky spojené se statistickým zpracováním dopravních dat byly využity poznatky z prací uvedených dále v textu.

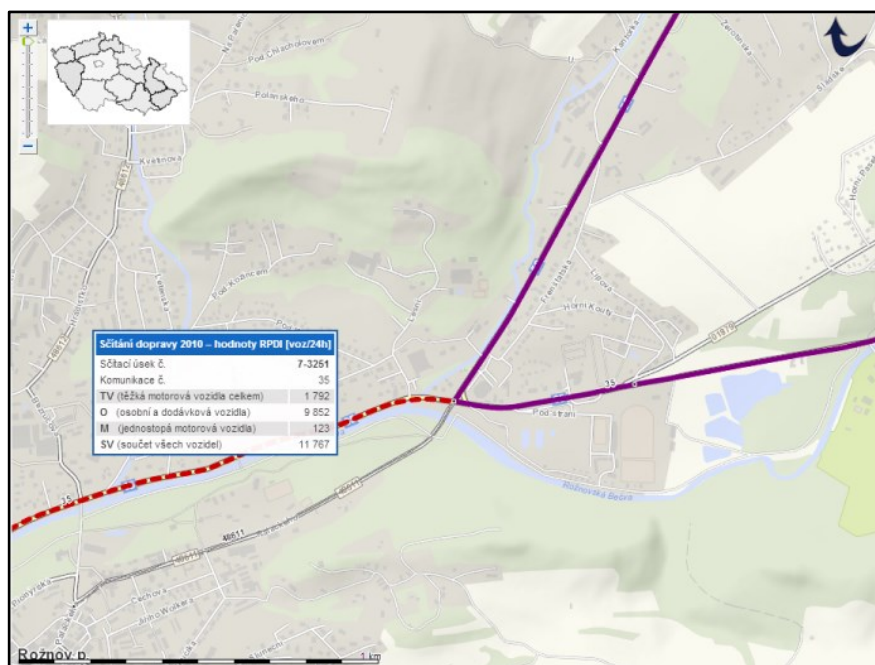
Problémem predikce dopravní frekvence na území Německa se zabývá práce několika autorů institutu IAIS [5], kteří představují využití upraveného algoritmu k-nejbližších sousedů pro stanovení vzdálenosti mezi bodovými záznamy pro optimalizaci výpočtu dopravní zátěže. Uvedený algoritmus byl testován na datech na území německých měst s populací vyšší než 50 000 obyvatel.

Další významnou prací je spolupráce francouzského institutu a čínské univerzity [6], která se zabývá modelováním a predikcí dopravní situace ve městech na základě dat získaných díky sběru z vozidel taxi služeb. Tato práce specifikuje model představující dopravní data, rozšířený o stanovení rychlosti vozidel, dále využitý pro stanovení dopravní zátěže uliční sítě ve velkých městech na základě kategorizace rychlostních záznamů. V práci je dále uveden postup zobrazení záznamů intenzity dopravy v mapě. Obsáhlý výzkum rovněž pojednává o možnosti stanovení dopravní kapacity jednotlivých silnic.

Prací, která se rovněž zabývá analýzou dopravních dat, je diplomová práce Ondřeje Horáka z roku 2011 [7], který porovnává inteligentní dopravní systémy používané na území ČR a dále se zabývá metodami analýzy a predikce dopravních dat. Zajímavé je v této práci porovnání jednotlivých metod predikce dopravních dat.

## 2.3 Dopravní situace na příjezdových silnicích do Rožnova pod Radhoštěm v roce 2010

Součástí této práce jsou funkce pro statistické zhodnocení dopravních dat. Pro potřeby testování těchto funkcí byly stanoveny silnice, na kterých byly zkoumány závislosti dopravy na čase. Jsou jimi 3 hlavní silniční tahy do města Rožnov pod Radhoštěm, ze směrů od Valašského Meziříčí, Frenštátu pod Radhoštěm a ze Slovenska. Před samotnou implementací funkcí byly tyto silnice analyzovány jednak z dat celostátního sčítání dopravy v roce 2010, prováděného Ředitelstvím silnic a dálnic [8] a jízdních řádů hromadné dopravy na těchto komunikacích.



**Obrázek 4:** Zobrazení průměrné dopravní zátěže aplikací Ředitelství silnic a dálnic

Na příkladovém obrázku 4 je vidět webovou aplikaci Ředitelství silnic a dálnic, která nabízí pohled na průměrný počet vozidel, která se po této silnici pohybovala v roce 2010. Protože obrazová informace o jednotlivých silničních není v odpovídající kvalitě, jsou hodnoty přepsány do následující tabulky.

| Sčítání dopravy 2010 - hodnoty (voz/24h) |                   |                        |           |
|--|-------------------|------------------------|-----------|
| Směr silnice                             | Valašské Meziříčí | Frenštát pod Radhoštěm | Slovensko |
| Sčítací úsek č.                          | 7-3251            | 7-1730                 | 7-0200    |
| Komunikace č.                            | 35                | 58                     | 35        |
| TV (těžká motorová vozidla)              | 1792              | 1201                   | 1049      |
| O (osobní a dodávková vozidla)           | 9852              | 6769                   | 6156      |
| M (jednostopá motorová vozidla)          | 123               | 98                     | 116       |
| SV (součet všech vozidel)                | 11767             | 8068                   | 7321      |

Tabulka 1: Sčítání dopravy 2010

Z tabulky je dobře vidět, jak závisí počet vozidel na kontextu silnice. Nejnižší dopravní zátěž je na silnici vedoucí směrem ke státním hranicím se Slovenskem, vyšší je dopravní zátěž směrem na Frenštát pod Radhoštěm, neboť je zde značné množství zaměstnanců, kteří právě po této silnici cestují do zaměstnání v okolí ostravské aglomerace. Nejvyšší zátěž je na silnici vedoucí směrem na Valašské Meziříčí, protože tudy probíhá hlavní silniční tepna do Jihomoravského kraje a na úpatí této silnice se nachází výrobní podnik Gumárny Zubří, který patří mezi největší zaměstnavatele v okolí. Takovýto poměr dopravní zátěže by měl být identifikovatelný rovněž ve výsledcích zpracování poskytnutého vzorku dat.

## 2.4 Analýza metod vhodných pro statistické zpracování dopravních dat

Poskytnutý vzorek dat, který je dále detailně popsán, je zapotřebí charakterizovat také ze statistického hlediska. Touto charakteristikou se zabývá mnoho literárních pramenů a webových odkazů. V práci je čerpáno z publikace J. Hendla [9] a postupů statistické a geostatistické analýzy geodat [10]. Na základě zdrojů statistické analýzy lze stanovit několik metod odhadu dopravní situace v budoucnosti. Je možné provádět jednoduché statistické výpočty (počet výskytů vozidel, extrémní minimální a maximální hodnoty rychlostí vozidel, průměr rychlosti vozidla), ale i složitější, mezi které lze řadit prediktivní metody. Mezi nimi například aritmetický průměr počtu vozidel nebo lineární regrese.

Lineární regrese dává představu o vstupních hodnotách, aproximovaných polynomem prvního řádu s použitím metody nejmenších čtverců. Může sloužit také pro zobrazení regresní přímky, která charakterizuje vývoj určitého jevu. Nevýhodou lineární regrese je, že není příliš pružná, co se týče náhlých změn sledovaného znaku, jako například výkyv dopravní situace v odpolední špičce.

Další významnou metodou, vyjadřující závislost sledovaného jevu na čase, je časová řada. Je velmi vhodná pro predikci hodnot, neboť na jejím základě lze sledovat mnoho

ukazatelů, charakterizujících data, jako například minima, maxima, průměrné hodnoty a vývojové trendy.

## **3 NÁSTROJE POUŽITÉ PŘI IMPLEMENTACI PRÁCE**

V této kapitole jsou popsány programové nástroje, využívané při implementaci práce, testování výpočtů a statistické zpracování dat. Zdrojem informací pro sestavení kapitoly 3.1 a jejích podkapitol je vývojářská příručka společnosti Oracle [11], knižní publikace [12], bakalářská práce [13] a webové stránky zabývající se problematikou prostorových databází [14].

### **3.1 Oracle Spatial**

Oracle Spatial je volitelný doplněk k produktu Oracle Database, který umožňuje nasazení a použití prostorově orientovaných informačních systémů a pozičních systémů. Tento doplněk je připraven k nasazení v nejnáročnějších aplikacích, kde je třeba pracovat s prostorově orientovanými daty. Oracle Spatial umožňuje kompletní uložení prostorových záznamů a pomocí vnořených metod lze uložená data následně efektivně dotazovat a spravovat. Takto prostorově založené postupy umožňují uživatelům využít a rozšířit stávající aplikace jen tím, že je doplní o informace, které zprostředkovávají polohové informace.

Díky plné integraci v Oracle databázích je možné do stávající databázové struktury začlenit prostorově založené záznamy a následně je využít v současných aplikacích a službách. Stejně jako obecně známé základní datové typy CHAR, INTEGER nebo DATE, jsou i geografická a prostorová data zpracovávána pomocí shodné sémantiky.

Oracle Spatial je integrovaná množina funkcí a procedur, která nabízí uložení, přístup a analýzu prostorových dat rychlým a efektivním způsobem v Oracle databázích, založeným na prostorovém indexování. Kompletní množinu prostorových metod je možné využít pouze v plné Enterprise edici Oracle databází. Základní sadu prostorových procedur a funkcí je ovšem možné využít i v Express edici této databáze, kde je tento doplněk dostupný pod názvem Oracle Locator.

### 3.1.1 Součásti Oracle Spatial

Spatial modul je integrován, stejně jako nástroj MapViewer, na Oracle aplikačním serveru od verze 9i. Geografické záznamy uložené pomocí Spatial modulu mohou být následně zobrazeny v MapViewer nástroji.

Spatial modul rozšiřuje Oracle server o další užitečné vlastnosti:

- Schéma předepisující ukládání, syntaxi a sémantiku podporovaných geometrických datových typů
- Mechanismus prostorového indexování
- Množinu operátorů a funkcí pro provádění prostorových dotazů a analýz
- Podpůrné utility
- Podpora paralelního indexování
- Lineární referenční systém
- Nástroje pro řízení projekce a transformací

### 3.1.2 Objektově relační model

Spatial podporuje mimo jiné objektově relační model uložení prostorových dat. Pro uložení prostorových dat využívá objektového datového typu SDO\_GEOMETRY. V jedné tabulce jsou tak pro prvek popisná data uložena společně s prostorovými.

Výhody nabízené objektově relačním modelem jsou především:

- Podpora geometrických typů, např. oblouků, kružnic, liniových řetězců či polygonů.
- Možnost uložení informace o směru objektu (orientované body a multibody).
- Snadné použití při vytváření a údržbě prostorových indexů a dotazů.
- Uložení geometrických popisů prvků v jednom řádku a jednom sloupci tabulky.
- Optimální výkon.

Uvnitř se lokalizační údaje modelují na vrstvách, které se nachází ve společné databázi, nebo do jedné tabulky sdílející společný souřadnicový systém. Například reprezentace města může obsahovat oddělené vrstvy pro obrys politického dělení nebo sociálních čtvrtí,



rozvody vody, plynu, kanalizace a elektrického vedení. Díky tomu, že všechny tyto vrstvy sdílejí společnou databázi a představu geometrie Země, mohou souviset prostřednictvím svých lokalit.

### 3.1.3 Spatial geometrie

V územním objektově relačním modelu je geometrický popis prostorových objektů uložen v jediném řádku, ve sloupci SDO\_GEOMETRY typu objektu v uživatelsky-definovaných tabulkách. Jakákoliv tabulka, která má sloupce typu SDO\_GEOMETRY musí mít další sloupec nebo sadu sloupců, která definuje jedinečný primární klíč tabulky. Tabulky tohoto druhu bývají označovány jako geometrické tabulky a mohou obsahovat více sloupců typu SDO\_GEOMETRY. V jedné databázi smí být přítomno i více souřadnicových systémů.

Objekt SDO\_GEOMETRY je definován následujícími atributy[4]:

```
CREATE TYPE sdo_geometry AS OBJECT (  
    SDO_GTYPE NUMBER,  
    SDO_SRID NUMBER,  
    SDO_POINT SDO_POINT_TYPE,  
    SDO_ELEM_INFO MDSYS.SDO_ELEM_INFO_ARRAY,  
    SDO_ORDINATES MDSYS.SDO_ORDINATE_ARRAY);
```

Bližší specifikace jednotlivých atributů:

*SDO\_GTYPE* označuje typ geometrie. Hodnotu tohoto typu představují 4 číslice ve formátu *dltt*, kde:

- *d* definuje počet dimenzí (2,3,4)
- *l* definuje lineární referenční systém (LRS) – (0 – 4)
- *tt* definuje geometrický typ dle následujících hodnot:
  - dl00* neznámá geometrie (UNKNOWN\_GEOMETRY)
  - dl01* bod (POINT)
  - dl02* linka nebo křivka (LINE, CURVE)
  - dl03* POLYGON
  - dl04* kolekce (COLLECTION)
  - dl05* multibod (MULTIPOINT)
  - dl06* multilinka, multikřivka (MULTILINE, MULTICURVE)
  - dl07* MULTIPOLYGON

*SDO\_SRID* může být použit pro identifikaci koordinačního systému, který je asociován s geometrií. Například SDO\_SRID pro nejběžnější koordinační systém WGS 84 je roven hodnotě SRID(WGS 84) = 8307

*SDO\_POINT* je definován použitím *SDO\_POINT\_TYPE* objektového typu, který má atributy X, Y, Z, všechny typu NUMBER. Při specifikaci bodu v *SDO\_GEOMETRY* jsou hodnoty *SDO\_ELEM\_INFO* a *SDO\_ORDINATES* nulové.

*SDO\_ELEM\_INFO* je definován pomocí různé délky pole čísel. Tento atribut poskytuje interpretaci souřadnic uložených v atributu *SDO\_ORDINATES*.

*SDO\_ORDINATES* je definován pomocí pole různé délky (1048576) typu NUMBER, kde jsou ukládány hodnoty souřadnic tvořící hranice s prostorovým objektem. Toto pole musí být vždy použito ve spojení s *SDO\_ELEM\_INFO*.

### 3.1.4 Indexování R-stromem

Indexování pomocí R-stromu je nejlepší volbou indexování v prostoru díky jeho schopnosti působit přímo na geodetická data. Obecně platí, že je vhodnější než kvadrantová indexace dat, protože ta vyžaduje časté aktualizace a činnost aktualizace je kritická.

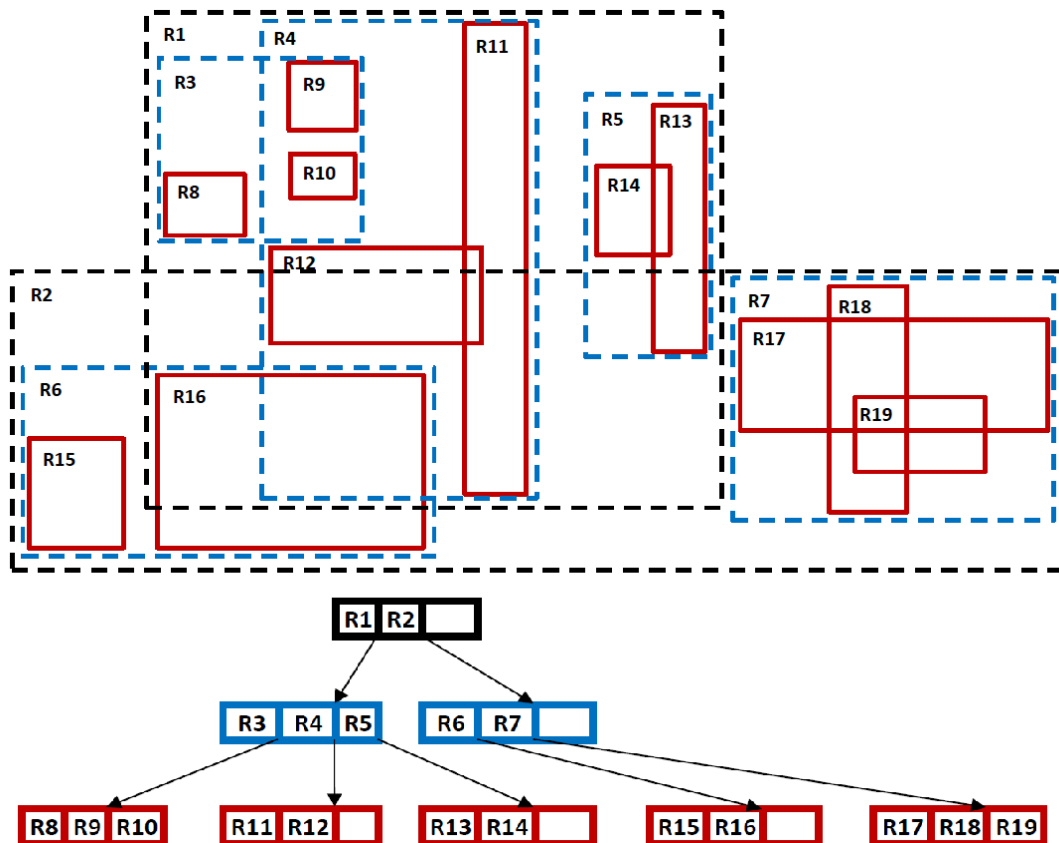
Úvahy při výběru indexu zahrnují:

- Geodetická nebo negeodetická data.
- Druh a rozsah předložených dotazů do databáze.
- Frekvence aktualizací a nutnost re-indexování.
- Volné místo na diskovém prostoru.
- Souběžné aktualizace.
- Počet rozměrů prostorových dat.

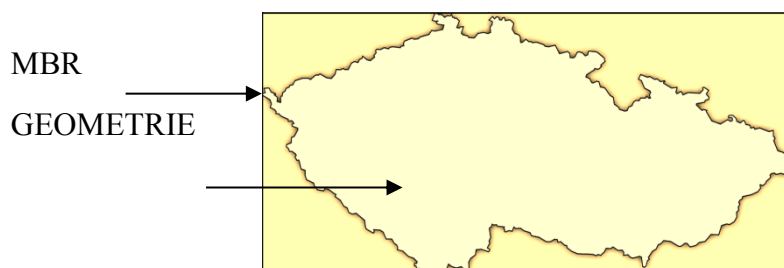
### 3.1.5 Prostorový index

Oracle aplikuje prostorové indexování na jakýkoliv typ prostorových dat v databázi. Spatial obsahuje indexování pomocí R-stromu. Indexy mohou být použity místo quadtree indexů, nebo ve spojení s nimi. Kromě toho může být indexování pomocí R-stromu použito k jinému 3D a 4D indexování. Tato data se využívají především v ropném průzkumu, architektuře, strojírenství a mnoha dalších vědeckých aplikacích.

Indexování R-stromem srovnává specifikovanou geometrii s nejmenším obdélníkem, který danou geometrii obklopuje, takzvaným minimálním ohraničujícím obdélníkem, neboli MBR (Minimal Bounding Rectangle).



Obrázek 5: Princip indexování R-stromem.



Obrázek 6: Grafické znázornění vztahu geometrie a MBR [2].

## 3.2 ArcGIS

Použitý ArcGIS ve verzi 10.1 nabízí množství součástí, které jsou schopny pokrýt celou řadu GIS aplikací. Součástí je desktop aplikace ArcMap, která je vhodná pro mapové operace, převody, editaci a analýzu dat. Umí zobrazit vektorová, rastrová data, obsah geografických databázových tabulek a v neposlední řadě je také schopna provádět vizualizaci a operace s WMS vrstvami. V programu ArcMap byly transformovány vrstvy získané z databáze ArcČR z rovinného souřadnicového systému S-JTSK do elipsoidního souřadnicového systému WGS-84. Dále byl proveden export transformovaných záznamů do formátu shapefile. Distribuce této aplikace byla zajištěna pod záštitou licence pro VŠB - TU Ostrava.

### 3.3 Text Pad

Aplikace je využívána pro operace spojené s poskytnutým vzorkem dat. TextPad je schopen velmi rychle reagovat a zobrazovat obsah textových souborů, které mají běžně velikost v jednotkách GB. Dále je pomocí něj prováděno sestavování SQL skriptů pro spuštění v Oracle databázi a programování bloků PL/SQL, rovněž implementovaných v této databázi.

### 3.4 Oracle databáze

Systém řízení báze dat, jenž není závislý na běhovém prostředí. Součástí této práce je databáze ve verzi 11G R2. Oracle v rámci databází patří mezi lídry a nabízí množství podpůrných a užitečných nástrojů pro práci s uloženými daty. Součástí je i extenze Spatial pro ukládání a práci s prostorovými daty. V této oblasti je možné právě Oracle považovat za průkopníka tohoto odvětví. Dnes již rozšíření pro manipulaci a ukládání prostorových dat nabízí i ostatní významní dodavatelé databázových řešení. Zajímavé může být rovněž srovnání cenově nákladného systému Oracle s opensource projektem PostgreSQL, který rovněž umožňuje pracovat s prostorovými daty a pomocí aplikace PostGIS provádět GIS operace, podobně jako již zmíněný ArcGIS.

### 3.5 Oracle SQL Developer

Grafické uživatelské rozhraní, které umožňuje zjednodušenou práci s Oracle databází. Nabízí možnost vytváření objektů uložených v databázi buď klasicky pomocí řádkových operací, nebo i automatizovaně pomocí průvodců. Prostředí je vhodné pro debugging a kontrolu při kompilování databázových objektů. Existuje zde i možnost doplnit SQL Developer o rozšíření GeoRaptor, které je možné si představit jako jednoduchý grafický prohlížeč prostorových záznamů uložených v databázi. Ten nabízí možnost zobrazovat polohové záznamy uložené v databázi a řadu metod pro práci s prostorovými daty, podobných funkcím v GIS nástrojích. V rámci databázového řešení byla použita součást pro import prostorových dat. Databázové tabulky jsou vytvořeny z shapefile souborů, exportovaných z ESRI ArcMap. Při implementaci je použita aplikace ve verzi 3.2.20.09.

### 3.6 Oracle SQL\*Plus

Stejně jako SQL Developer, umožňuje i SQL\*Plus vytvářet, editovat, dotazovat a odstraňovat objekty uložené v Oracle databázi. Velkou výhodou tohoto produktu jsou nízké paměťové nároky na stroj, kde jsou prováděny operace s databází. Jedná se o řádkový editor bez grafického rozhraní, který je spuštěn v systému MS-DOS. Je využíván právě z důvodu vyšší efektivity při provádění operací a spouštění SQL skriptů.

### 3.7 Oracle SQL\*Loader

Je nástroj pro velmi efektivní načítání záznamů do Oracle databáze. Je možné specifikovat, jak se mají záznamy ze vstupního souboru hodnot transformovat. Musí být vytvořen takzvaný kontrolní soubor, který obsahuje informace o operacích s daty od načtení po uložení v databázi. Po provedení příkazu je na pracovní stanici vygenerován LOG soubor, obsahující detailní informace o provedeném importu dat. Níže je uveden příklad vytvořeného kontrolního souboru a LOG souboru, obsahujícího informace o importu dat do databáze.

```
load data infile 'polohy.txt' append into table polohy_import fields terminated by "\t" (  
  id"to_number(:id,'9999.99999999')", datum date "yyyy-mm-dd hh24:mi:ss", px  
  "to_number(:px,'9999.99999999')", py "to_number(:py,'9999.99999999')")
```

*Zdrojový kód 1: Obsah kontrolního souboru pro import zdrojových dat do databáze.*

Kontrolní soubor obsahuje informace o vstupním souboru, ze kterého budou importovány záznamy, formulaci zástupného znaku, který odděluje jednotlivé hodnoty v tomto souboru a specifikaci sloupců v tabulce databáze, kam budou hodnoty uloženy. V souboru polohy.txt jsou záznamy odděleny středníkem.

```
SQL*Loader: Release 11.2.0.1.0 - Production on Ne Led 10 17:57:12 2013  
  
Copyright (c) 1982, 2009, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.  
  
Kontrolní soubor:          polohy.ctl  
Datový soubor:           polohy.txt  
Soubor pro chybné záznamy: polohy.bad  
Soubor vyřazených záznamů: nic nespecifikováno  
  
Počet ke zpracování:      ALL  
Počet k vynechání:        0  
Povolené chyby:           50
```

```

vázané pole:      64 řádek, maximálně 256000 bajtů
Pokračování:      nic nespecifikováno
Použitá cesta:     Konvenční

Tabulka POLOHY_IMPORT, zavedena z každého logického záznamu
Pro tuto tabulku APPEND platí volba vkládání
  Jméno sloupce      Pozice      Délka      Ukonč.      Ohranič.      Datový typ
-----
ID                    FIRST      *      WHT      CHARACTER
  Řetězec SQL pro sloupec : "to_number(:id, '9999.999999') "
DATUM                 NEXT      *      WHT      DATE yyyy-mm-dd hh24:mi:ss
PX                    NEXT      *      WHT      CHARACTER
  Řetězec SQL pro sloupec : "to_number(:px, '9999.99999999') "
PY NEXT      *      WHT      CHARACTER
  Řetězec SQL pro sloupec : "to_number(:py, '9999.99999999') "

Tabulka POLOHY_IMPORT:
  180149052 Řádky - úspěšně zpracováno
  0 Řádky - nezpracováno v důsledku chyb v datech
  0 Řádky - nezpracováno pro nesplnění žádné klauzule WHEN
  0 Řádky - nezpracováno, protože všechna pole byla null

Prostor přidělený pro vázané pole:      66048 bajtů(64 řádek)
Načteno bajtů vyrovnávací paměti: 1048576

Celkový počet vynechaných logických záznamů:      0
Celkový počet přečtených logických záznamů:      180149052
Celkový počet odmítnutých logických záznamů:      0
Celkový počet vyřazených logických záznamů:      0

Zpracování začalo Ne Led 10 17:57:12 2013
Zpracování ukončeno Ne Led 10 19:50:19 2013

Čas ke zpracování:      01:53:06.61
Čas CPU :      00:09:58.59

```

**Zdrojový kód 2:** Obsah LOG souboru vytvořeného po importu dat do databáze.

LOG soubor podává detailní informace o provedeném importu dat do databáze. V první části jsou uvedeny soubory, které jsou využívány při samotném načítání. Mimo kontrolní a datový soubor je vytvořen i takzvaný "bad" soubor, který obsahuje řádky ze vstupního souboru, které z důvodu chyby v datech nebyly naimportovány do databáze. Níže následuje popis databázové tabulky, kam se ukládají záznamy. V poslední části dokumentu jsou vypsány informace o počtu importovaných záznamů a délce trvání importu.

## 4 PODPŮRNÉ DATOVÉ PROSTŘEDKY

Pro potřeby zkoumání interakce a provádění statistických výpočtů bylo zapotřebí stanovit datové prostředky popisující charakter zkoumaného území. Nejedná se o zdrojová data, ale

o data podpůrná, bez jejichž přítomnosti by nebylo možné zdrojová data dále zkoumat. Ty jsou popsány v následujících podkapitolách.

## 4.1 ArcČR 500 ver. 3.0

Digitální vektorová geografická databáze, která je zhotovena v měřítku 1:500 000. Součástí této databáze je množství geografických informací o ČR, které je možné využít například při prostorových analýzách. Mimo jiných databáze obsahuje údaje o správních celcích a silniční síti na území ČR, které jsou využívány při zpracování této práce. Záznamy potřebné pro další zpracování, získané z geografické databáze, jsou v programu ArcMap vybrány a exportovány ze souřadnicového systému S-JTSK do souřadnicového systému WGS-84. Takto upravená data jsou uložena v shapefile a následně je lze importovat do Oracle databáze. Pro účely zpracování byly využity informace o krajích, okresech, obcích a silnicích I. - III. tříd na území ČR. V tabulkách níže je popsána struktura dat, uložených v databázi ArcČR. Popis těchto dat je převzat z oficiální příručky k ArcČR databázi[15].

### 4.1.1 Silnice

Dálnice, rychlostní silnice, silnice I. třídy, silnice II. třídy, silnice III. třídy a neevidované silnice

- Geometrický typ: linie
- Souřadnicový systém: S-JTSK\_Krovak\_East\_North
- Stav: 1. 1. 2012

| jméno                | popis  | nabývané hodnoty        |
|----------------------|--|-------------------------|
| TRIDA                | Třída silnice                                | 1 – dálnice             |
|                      |  | 2 – rychlostní silnice  |
|                      |  | 3 – silnice I. třídy    |
|                      |  | 4 – silnice II. třídy   |
|                      |  | 5 – silnice III. třídy  |
|                      |  | 6 – neevidovaná silnice |
| CISLO_SILNICE        | Národní označení silnice                     | konkrétní číslo         |
| MEZINARODNI_OZNACENI | Mezinárodní označení silnice                 | konkrétní číslo         |
| PRUHY                | Počet jízdních pruhů (součet v obou směrech) | konkrétní číslo         |

Tabulka 2: ArcČR - údaje o silnicích k 1.1.2012.

### 4.1.2 Obce

- Geometrický typ: bod + polygon
- Souřadnicový systém: S-JTSK\_Krovak\_East\_North
- Zdroj: odvození ze ZSJ, body a číselníky zUIR-ZSJ, statistické charakteristiky z databázi ČSÚ

| název   | popis  | název    | popis   |
|---------|--|----------|---|
| NK      | zkratka názvu kraje                                | KODST    | kód sídla stavebního úřadu                                    |
| KN      | pořadové číslo kraje                               | KODFI    | kód sídla finančního úřadu                                    |
| KNOK    | pořadové číslo okresu                              | CFU      | číslo finančního úřadu  |
| KODNUTS | kód jednotky NUTS                                  | KODMA    | kód sídla matričního úřadu                                    |
| LAU1    | kód okresu (jednotky LAU1)                         | PCMAT    | pořadové číslo matričního úřadu                               |
| KNUTS   | pracovní kód okresu (nový)                         | PROBL    | příslušnost k problémové oblasti                              |
| KODOK   | kód okresu (bývalý)                                | ZSJD_DB  | kód reprezentativního dílu ZSJ pro stanovení definičního bodu |
| POROB   | pořadové číslo obce v okrese                       | SYOB     | souř. Y definičního bodu obce                                 |
| POROBA  | pořadové číslo obce v okrese při abecedním třídění | SXOB     | souř. X definičního bodu obce                                 |
| KODOB   | kód obce (historický)                              | SY       | souřadnice Y definičního bodu                                 |
| KO      | kontrolní znak kódu obce                           | SX       | souřadnice X definičního bodu                                 |
| ICOB    | identifikační číslo obce                           | SX_G     | záporná souř. X definičního bodu                              |
| ICZUJ   | identifikační číslo zákl. územní j.                | SY_G     | záporná souř. Y definičního bodu                              |
| NAZOB   | název obce   | MAPA     | číslo základní mapy 1 : 10 000                                |
| NAZEVUR | název úřadu  | NAZCS    | tvár názvu pro abecední třídění                               |
| ICO     | identifikační číslo obce                           | ZMENAZAZ | datum změny v záznamu   |
| OM      | příznak okresního města                            | ZMENAPOL | změněná položka v záznamu                                     |
| UR      | typ úřadu v obci nebo MO / MČ                      | CISPOU   | č.obce s pověřeným obecním úř.                                |
| UROB    | typ úřadu v obci                                   | OKPO     | kód okresu obce s pověřeným obecním úřadem                    |
| SM      | číslo statutárního města                           | KODPO    | kód obce s pověřeným ob. úř.                                  |
| PSC     | poštovní směrovací číslo                           | NAZPO    | název obce s pověřeným ob. úř.                                |
| VYMERU  | výměra v ha  | CISORP   | číslo obce srovnávanou působností                             |
| OB91    | počet obyvatel k 3. 3. 1991                        | OKORP    | kód okresu ORP  |
| OB01    | počet obyvatel k 1. 3. 2001                        | KODORP   | kód ORP   |
| OB11    | počet obyvatel k 26. 3. 2011                       | NAZORP   | název ORP   |
| OBAKT   | počet obyvatel aktuální                            |          |   |

*Tabulka 3: ArcČR - údaje o obcích k 1.1.2012.*



### 4.1.3 Okresy

Definiční body a plochy okresů České republiky

- Geometrický typ bod + polygon
- Souřadnicový systém: S-JTSK\_Krovak\_East\_North
- Zdroj: odvození ze ZSJ, body a číselníky zUIR-ZSJ, statistické charakteristiky z databázi ČSÚ

| <b>název</b>   | <b>popis</b>                | <b>název</b>       | <b>popis</b>   |
|----------------|-----------------------------|--------------------|--|
| <b>NK</b>      | zkratka názvu kraje         | <b>OB11</b>        | počet obyvatel k 26. 3. 2011                           |
| <b>KN</b>      | pořadové číslo kraje        | <b>OBAKT</b>       | počet obyvatel aktuální                                |
| <b>KNOK</b>    | pořadové číslo okresu       | <b>OBEC_DB kód</b> | reprezentativní obce pro stanovení definičního bodu    |
| <b>KODNUTS</b> | kód jednotky                | <b>NUTS ZSJ_DB</b> | kód reprezentativní ZSJ pro stanovení definičního bodu |
| <b>LAU1</b>    | kód okresu (jednotky LAU1)  | <b>SY</b>          | souřadnice Y definičního bodu                          |
| <b>KNUTS</b>   | pracovní kód okresu (nový)  | <b>SX</b>          | souřadnice X definičního bodu                          |
| <b>KODOK</b>   | kód okresu (bývalý)         | <b>SX_G</b>        | záporná souř. X definičního bodu                       |
| <b>NAZEVKR</b> | název kraje plný            | <b>SY_G</b>        | záporná souř. Y definičního bodu                       |
| <b>NAZKR</b>   | název kraje                 | <b>MAPA</b>        | číslo základní mapy 1 : 10 000                         |
| <b>NAZOK</b>   | název okresu                | <b>NAZCS</b>       | tvar názvu pro abecední třídění                        |
| <b>VYMERU</b>  | výměra v ha                 | <b>ZMENAZAZ</b>    | datum změny v záznamu                                  |
| <b>OB91</b>    | počet obyvatel k 3. 3. 1991 | <b>ZMENAPOL</b>    | změněná položka v záznamu                              |
| <b>OB01</b>    | počet obyvatel k 1. 3. 2001 |                    |  |

*Tabulka 4: ArcČR - údaje o okresech k 1.1.2012.*

### 4.1.4 Kraje

Definiční body a plochy krajů České republiky

- Geometrický typ: bod + polygon
- Souřadnicový systém: S-JTSK\_Krovak\_East\_North
- Zdroj: odvození ze ZSJ, body a číselníky zUIR-ZSJ, statistické charakteristiky z databázi ČSÚ

| <b>název</b>   | <b>popis</b>                 | <b>název</b>    | <b>popis</b>  |
|----------------|------------------------------|-----------------|---|
| <b>NK</b>      | zkratka názvu kraje          | <b>OBEC_DB</b>  | kód reprezentativní obce pro stanovení definičního bodu |
| <b>KN</b>      | pořadové číslo kraje         | <b>ZSJ_DB</b>   | kód reprezentativní ZSJ pro stanovení definičního bodu  |
| <b>KODNUTS</b> | kód jednotky                 | <b>NUTS SY</b>  | souřadnice Y definičního bodu                           |
| <b>NAZEVKR</b> | název kraje plný             | <b>SX</b>       | souřadnice X definičního bodu                           |
| <b>NAZKR</b>   | název kraje                  | <b>SX_G</b>     | záporná souř. X definičního bodu                        |
| <b>VYMERÁ</b>  | výměra v ha                  | <b>SY_G</b>     | záporná souř. Y definičního bodu                        |
| <b>OB91</b>    | počet obyvatel k 3. 3. 1991  | <b>MAPA</b>     | číslo základní mapy 1 : 10 000                          |
| <b>OB01</b>    | počet obyvatel k 1. 3. 2001  | <b>NAZCS</b>    | tvar názvu pro abecední třídění                         |
| <b>OB11</b>    | počet obyvatel k 26. 3. 2011 | <b>ZMENAZAZ</b> | datum změny v záznamu                                   |
| <b>OBAKT</b>   | počet obyvatel aktuální      | <b>ZMENAPOL</b> | změněná položka v záznamu                               |

*Tabulka 5: ArcČR - údaje o krajích k 1.1.2012.*

## 4.2 Souřadnicový systém WGS-84

Jedná se o vojenský souřadnicový systém[16] používaný státy NATO. Referenční plochou je elipsoid WGS 84 (World Geodetic System). Použité kartografické zobrazení se nazývá UTM (Univerzální transversální Mercatorovo). Systém má počátek v hmotném středu Země (s přesností cca 2 m) – jedná se o geocentrický systém. Osa Z je totožná s osou rotace Země v roce 1984. Osy X a Y leží v rovině rovníku. Počátek a orientace jeho os X,Y,Z jsou realizovány pomocí 12 pozemských stanic se známými přesnými souřadnicemi, které nepřetržitě monitorují dráhy družic systému GPS-NAVSTAR.

WGS-84 představuje standard pro záležitosti spojené s GPS systémem. Protože získaná data jsou uložena právě v tomto souřadnicovém systému, je zapotřebí, aby i vrstvy získané z ArcČR korelovaly s WGS-84 systémem. Právě proto jsou data transformována z rovinného souřadnicového systému S-JTSK.

## 4.3 WMS

Neboli webová mapová služba je založena na sdílení geografických informací na internetu z určitého mapového serveru. Informace a data poskytující přehledné informace o mapách jsou nejčastěji používány formou připojení nové datové vrstvy v GIS nástroji. Informace využívané v této práci jsou získány z WMS služeb Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního.

## 5 POSTUP PRACÍ

Po pochopení řešené problematiky výběru vhodných nástrojů pro zpracování práce byly stanoveny základní okruhy postupu prací k dosažení stanovených výsledků, jak je požadováno. Postup prací byl stanoven dle následujícího harmonogramu:

1. Stanovení zdrojových dat
2. Stanovení rozsahu zdrojových dat
3. Stanovení metod předzpracování zdrojových dat
4. Uložení vzorku dat do databáze
5. Zpracování dat v databázi s podporou prostorových datových typů
6. Uložení pomocných dat do databáze
7. Stanovení a implementace pomocných výpočtů
8. Stanovení a implementace funkcí potřebných pro statistické vyhodnocení
9. Zkoumání, vyhodnocení získaných výsledků
10. Návrh uživatelského rozhraní pro zjednodušenou práci s daty v databázi

V následujících kapitolách jsou popsány jednotlivé pracovní fáze při tvorbě této práce. Po nastudování problematiky spjaté s tématem práce bylo přistoupeno k samotné realizaci.

### 5.1 Zdroje dat

Před samotným zpracováním práce bylo třeba získat vstupní sadu dat, která jsou následně zpracovávána a vyhodnocována. Data použitá při vypracování jsou pořízená legálním způsobem. Licenční podmínky neumožňují jejich další šíření, proto nejsou součástí této práce a při prezentování v samotném textu práce jsou pozměněny jejich identifikátory. Získaná data jsou uložena v textovém dokumentu, oddělená tabulátorem. Jedná se o dopravní data blíže nespecifikovaného původu, tudíž ani není známo, zda mohou mít vypovídající funkci, či nikoliv. Získaná data jsou rozdělena ve dvou souborech, které lze na základě zkoumání propojit.

#### 5.1.1 Soubor jízd

Prvním souborem potřebným pro zpracování je výčet jízd jednotlivých vozidel. Zde je obsažen unikátní identifikátor GPS zařízení, které snímá polohu. Dále pak časové údaje o začátku a ukončení jízdy vozidla. K těmto časovým údajům jsou přiřazeny informace specifikující počáteční a konečnou polohu dané jízdy. Záznamy z let 2007 až 2009 zaujímají diskový prostor o velikosti přibližně 1,7 GB.

### 5.1.2 Soubor poloh

Druhým souborem, který vstupuje do zpracování, je seznam jednotlivých poloh vozidel. Jde o textový soubor, kam jsou ukládány záznamy o poloze vozidla v rozmezí od začátku do konce jízdy vozidla. V tomto souboru jsou obsaženy záznamy o identifikátoru vozidla, časový údaj a údaje představující aktuální polohu vozidla v prostoru. Časový odstup mezi sejmutími poloh přijímačem je deset sekund. Přes identifikátor vozidla a časové údaje je možné data z obou souborů následně porovnat a jednotlivé polohy přiřadit k jízdám vozidel. Rovněž soubor polohových záznamů získaných v letech 2007 až 2009 zabírá diskový prostor, konkrétně 56 GB. Pro účely této práce byly mimo jiné i z důvodu nedostatečné velikosti datového uložště databáze zkoumány pouze informace z období od 1. 1. 2009 do 1. 3. 2009. Tento vzorek dat může být považován za reprezentativní vzhledem k celku, který byl k implementaci poskytnut.

## 5.2 Rozsah stanoveného vzorku dat

Poskytnutý vzorek dat je uložen do prostorových tabulek v databázi. Následně musí být stanoveny podmínky zkoumání těchto dat. Tato práce se bude zaměřovat na data, která mají spojitost s kraji, okresy, obcemi a silnicemi na území České republiky. Nebudou zkoumány všechny záznamy na území České republiky, pro účely statistického zpracování budou vybráni zástupci reprezentující jednotlivé kategorie. Kategorie krajů bude zastoupena kraji Moravskoslezským, Olomouckým, Zlínským a Jihomoravským. Představitelé obcí jsou Rožnov pod Radhoštěm, Vsetín a Zlín. Byli vybráni právě tito zástupci, protože jsou na území jednoho kraje a zároveň mají nestejnou velikost. Porovnání těchto obcí je uvedeno v tabulce 6. Všechny záznamy jsou získány z tabulek obsažených v databázi. Kategorii silnic zastupují hlavní tahy vedoucí z města Rožnov pod Radhoštěm. Délky silničních sítí v obcích jsou spočítány pomocí metody, která je součástí Oracle Spatial modulu a jmenuje se SDO\_GEOM.SDO\_LENGTH.

| Obec                                    | Rožnov pod Radhoštěm  | Vsetín                | Zlín                   |
|---|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Počet obyvatel                          | 16 877                | 26 976                | 75 660                 |
| Rozloha                                 | 39,47 km <sup>2</sup> | 57,61 km <sup>2</sup> | 102,83 km <sup>2</sup> |
| Délka silniční sítě (I., II., III. tř.) | 20,46 km              | 22 km                 | 47,70 km               |

*Tabulka 6: Charakteristika obcí Zlínského kraje.*

## 5.3 Předzpracování dat

Získaná data jsou v surovém stavu, neočištěná, obsahují nepřesnosti a duplicity. Úlohou předzpracování dat je prvotní práce se soubory, identifikace a odstranění duplicitních položek a omezení dat na zkoumaný prostor, v případě zpracovávané práce je tímto prostorem území Moravy a Slezska. Pro tyto účely je využíván proudový editor sed, který provádí dávkové zpracování textu na základě stanovených podmínek.

V první fázi jsou tabulátory, oddělující hodnoty v textu, nahrazeny středníkem. Následně jsou provedeny dva dávkové příkazy, které ze vstupních dat odstraní duplicitní záznamy a vyselektují hodnoty na území Moravy a Slezska. Celý příkaz je uveden níže.

```
sed -n 'G; s/\n/&&/; /\^[([~]*\n\).*\n\1/d; s/\n//; h; P' vybraný_soubor.txt > výsledný_soubor.txt
```

*Zdrojový kód 3: Skript pro předzpracování zdrojových dat v proudovém editoru.*

Při provádění předzpracování pomocí sed nástrojů bylo zjištěno, že neúměrně zatěžují operační paměť a celkový výkon pracovní stanice. Na základě tohoto zjištění bylo přistoupeno k otestování této fáze přímo v systému databáze, přičemž bylo zjištěno, že tato cesta je vhodnější a časově méně náročná. Popis jednotlivých úkonů, pomocí kterých bylo provedeno předzpracování dat přímo v databázi, je popsán v následujících podkapitolách, týkajících se zpracování dat.

## 5.4 Popis uložení dat do databáze

V následujících kapitolách a podkapitolách je popsán způsob uložení vzorku dat do databáze. Záznamy jsou postupně ukládány do struktury Oracle databáze, která nabízí efektivní zpracování prostorových záznamů a následně umožňuje efektivní zpracování dat. Získaná data byla postupně importována do databáze, následně transformována a zpracovávána až do stavu, kdy je možné tato data statisticky dále vyhodnocovat. Součástí této práce je rovněž příloha s kompletní dokumentací pro vytvoření struktury databáze.

### 5.4.1 Uložení vzorku dat do Oracle databáze

V první fázi je zapotřebí poskytnutý vzorek dat importovat do Oracle databáze. Pro tyto účely byly vytvořeny 2 tabulky, které jsou určeny pro uložení:

- záznamů obsahujících informace o jednotlivých polohách vozidel
- záznamů specifikujících jednotlivé jízdy vozidel

První vytvořená tabulka obsahuje záznamy o polohách vozidel v čase dle následující specifikace:

| Název sloupce | Datový typ | Klíč | Integritní omezení       | Index | Význam        |
|---------------|------------|------|--------------------------|-------|---------------|
| ID            | NUMBER     | N    | -                        | A     | ID vozu       |
| DATUM         | DATE       | N    | DD-MM-RRRR<br>HH24:MI:SS | A     | datum záznamu |
| PX            | NUMBER     | N    | -                        | A     | souřadnice X  |
| PY            | NUMBER     | N    | -                        | A     | souřadnice Y  |

*Tabulka 7: Databázová tabulka POLOHY\_IMPORT.*

Z tabulky lze vyčíst přítomnost identifikátoru vozidla ID, který po zpracování dat a vytvoření tabulek s podporou prostorového datového typu odpovídá hodnotě IDVUZ. Pro zachování rychlé odezvy systému jsou všechny hodnoty v tabulce indexovány. Samotný import dat do této tabulky je prováděn automatizovaně, pomocí aplikace SQL Loader, která využívá pomocný kontrolní soubor, kde je definováno, jak jsou data do tabulky mapována. Přesný postup importu dat pomocí aplikace SQL Loader je uveden v dokumentaci zpracování databáze. Po skončení importu dat je uživateli nabídnut soubor, který obsahuje detailní informace o proběhlém načítání dat.

```

Tabulka POLOHY_IMPORT:
137020434 Řádky - úspěšně zpracováno
51 Řádky - nezpracováno v důsledku chyb v datech
0 Řádky - nezpracováno pro nesplnění žádné klauzule WHEN
0 Řádky - nezpracováno, protože všechna pole byla null

Prostor přidělený pro vázané pole: 66048 bajtů(64 řádek)
Načteno bajtů vyrovnávací paměti: 1048576

Celkový počet přečtených logických záznamů: 137020492
Celkový počet odmítnutých logických záznamů: 51
Celkový počet vyřazených logických záznamů: 0

Zpracování začalo Pá Bře 15 17:54:34 2013
Zpracování ukončeno Pá Bře 15 20:28:12 2013

Čas ke zpracování: 02:33:37.69
Čas CPU : 00:07:50.12

```

*Zdrojový kód 4: Informace o provedeném importu dat do databáze.*

Stejně jako tabulka polohových záznamů, je i tabulka jízd naplněná pomocí programu SQL Loader za pomoci kontrolního souboru. Struktura této tabulky je viditelná v následující tabulce:

| Název sloupce | Datový typ | Klíč | Integritní omezení       | Index | Význam                 |
|---------------|------------|------|--------------------------|-------|------------------------|
| ID            | NUMBER     | N    | -                        | A     | ID jízdy vozu          |
| Z_DATUM       | DATE       | N    | DD-MM-RRRR<br>HH24:MI:SS | A     | datum počátku jízdy    |
| K_DATUM       | DATE       | N    | DD-MM-RRRR<br>HH24:MI:SS | A     | datum konce jízdy      |
| Z_PX          | NUMBER     | N    | -                        | A     | počáteční souřadnice X |
| Z_PY          | NUMBER     | N    | -                        | A     | počáteční souřadnice Y |
| K_PX          | NUMBER     | N    | -                        | A     | koncová souřadnice X   |
| K_PY          | NUMBER     | N    | -                        | A     | koncová souřadnice Y   |

*Tabulka 8: Databázová tabulka JIZDY\_IMPORT.*

Rovněž v této tabulce je obsažen záznam specifikující identifikátor vozidla. Mezi další hodnoty pak patří informace o počáteční a koncové poloze jízdy včetně stanovení polohy vozidla v těchto časech. Po naplnění tabulka obsahuje 9.072.997 záznamů, jejichž naplnění trvalo přibližně 7 minut. Z takto uložených záznamů jsou následně pomocí SQL příkazů odstraněny duplicitní záznamy a záznamy nedávající smysl z logického hlediska.

Očištěné záznamy pak mohou být bez problémů importovány do tabulek, kde jsou polohové záznamy transformovány do geometrického datového typu Oracle databáze. Struktura vytvořených tabulek je následující:

| Název sloupce | Datový typ   | Klíč | Integritní omezení       | Index | Význam                |
|---------------|--------------|------|--------------------------|-------|-----------------------|
| IDBOD         | NUMBER       | PK   | -                        | A     | ID polohového záznamu |
| IDVUZ         | NUMBER       | FK   | -                        | A     | ID vozu               |
| DATUM         | DATE         | N    | DD-MM-RRRR<br>HH24:MI:SS | A     | datum záznamu         |
| POLOHA        | SDO_GEOMETRY | N    | -                        | A     | poloha záznamu        |

*Tabulka 9: Databázová tabulka POLOHA.*

| Název sloupce | Datový typ   | Klíč | Integritní omezení       | Index | Význam                 |
|---------------|--------------|------|--------------------------|-------|------------------------|
| IDJIZDA       | NUMBER       | PK   | -                        | A     | ID jízdy vozu          |
| IDVUZ         | NUMBER       | FK   | -                        | A     | ID vozu                |
| Z_DATUM       | DATE         | N    | DD-MM-RRRR<br>HH24:MI:SS | A     | datum počátku jízdy    |
| K_DATUM       | DATE         | N    | DD-MM-RRRR<br>HH24:MI:SS | A     | datum konce jízdy      |
| Z_POLOHA      | SDO_GEOMETRY | N    | -                        | A     | počáteční poloha jízdy |
| K_POLOHA      | SDO_GEOMETRY | N    | -                        | A     | koncová poloha jízdy   |

*Tabulka 10: Databázová tabulka JIZDA.*

V těchto tabulkách figurují také jednotlivé identifikátory jízd a polohových záznamů. Tyto identifikátory jsou jedinečné číselné hodnoty, automaticky generované při vkládání záznamů do tabulek. Tento krok zajišťují triggery odkazující na vytvořené sekvence, které zajišťují číslování řádků. Záznamy uložené pomocí prostorového datového typu je třeba dále specifikovat územní rozsah dat v souboru metadat.

```
insert into user_sdo_geom_metadata values(
'poloha', 'poloha',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY(
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 48.53, 51.00, 0.003),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 12.14, 18.86, 0.003)),
8307);
```

**Zdrojový kód 5:** Specifikace územního rozsahu v tabulce metadat.

Po tomto kroku je možné přistoupit k vytvoření prostorové indexace nad danou tabulkou:

```
create index poloha_idx ON poloha(poloha) indextype is MDSYS.SPATIAL_INDEX;
```

**Zdrojový kód 6:** Vytvoření prostorového indexu nad databázovou tabulkou POLOHA.

Na základě identifikátoru IDVUZ a času je následně vytvořena pomocná tabulka, která přiřazuje jednotlivým jízdám polohové záznamy v nich obsažené. Všechny pomocné tabulky jsou staticky definované z důvodu nedostatečného výpočetního výkonu stroje, na kterém je databázová aplikace spuštěna. Při použití pohledů jsou časy potřebné pro získávání dat příliš vysoké.

| Název sloupce | Datový typ | Klíč | Integritní omezení | Index | Význam                |
|---------------|------------|------|--------------------|-------|-----------------------|
| IDJIZDA       | NUMBER     | PK   | -                  | A     | ID jízdy vozu         |
| IDBOD         | NUMBER     | FK   | -                  | A     | ID polohového záznamu |
| IDVUZ         | NUMBER     | FK   | -                  | A     | ID vozu               |

**Tabulka 11:** Databázová tabulka JIZDA\_BOD.

Pro další zpracování je zapotřebí vytvořit pomocnou tabulku, která podává informaci předchozím a následujícím polohovým záznamem v jednotlivých jízdách vozidel. Tato pomocná tabulka je nutná pro vytvoření finální tabulky, kde je vyjádřena vzdálenost mezi jednotlivými body jízdy a v těchto bodech je vypočtena rychlost vozidla. Problémem v této tabulce je identifikace posledního bodu jízdy. S tímto stavem je ve vypracování počítáno, proto poslední záznam jízdy je odkazován sám na sebe, tudíž i následný výpočet rychlosti v tomto bodě je nulový. Po vytvoření této tabulky je opět nutné vytvořit záznam specifikující územní rozsah v tabulce metadat a provést spuštění prostorové indexace.



| Název sloupce | Datový typ   | Klíč | Integritní omezení       | Index | Význam                              |
|---------------|--------------|------|--------------------------|-------|-------------------------------------|
| IDJIZDA       | NUMBER       | FK   | -                        | A     | ID jízdy vozu                       |
| IDVUZ         | NUMBER       | FK   | -                        | A     | ID vozu                             |
| IDBOD         | NUMBER       | N    | -                        | A     | ID polohového záznamu               |
| IDBOD_N       | NUMBER       | N    | -                        | A     | ID následujícího polohového záznamu |
| DATUM         | DATE         | N    | DD-MM-RRRR<br>HH24:MI:SS | A     | datum záznamu                       |
| POLOHA        | SDO_GEOMETRY | N    | -                        | A     | poloha                              |

*Tabulka 12: Databázová tabulka NASLEDNE\_BODY.*

Závěrečnou tabulkou, nad kterou budou následně prováděny statistické dotazy, je tabulka RYCHLOST. Jak název napovídá, v tabulce jsou uloženy záznamy specifikující aktuální rychlost vozidla v bodě jízdy. Záznamy jsou získány pomocí funkce implementované v databázi, která je dotazována při vytváření záznamů v tabulce. Detailní popis funkce je uveden v příručce programátora, která je přílohou této práce (Příloha II.). Tato tabulka je využívána při statistických dotazech, které ve svých výpočtech kalkulují s rychlostmi vozidel.

| Název sloupce | Datový typ   | Klíč | Integritní omezení       | Index | Význam                      |
|---------------|--------------|------|--------------------------|-------|-----------------------------|
| IDBOD         | NUMBER       | FK   | -                        | A     | ID polohové záznamu         |
| POLOHA        | SDO_GEOMETRY | N    | -                        | A     | poloha                      |
| DATUM         | NUMBER       | N    | DD-MM-RRRR<br>HH24:MI:SS | A     | datum záznamu               |
| DATUM_N       | NUMBER       | N    | DD-MM-RRRR<br>HH24:MI:SS | A     | datum následujícího záznamu |
| RYCHLOST      | DATE         | N    | -                        | A     | rychlost vozu v poloze      |

*Tabulka 13: Databázová tabulka RYCHLOST.*

## 5.4.2 Uložení informací o územních celcích

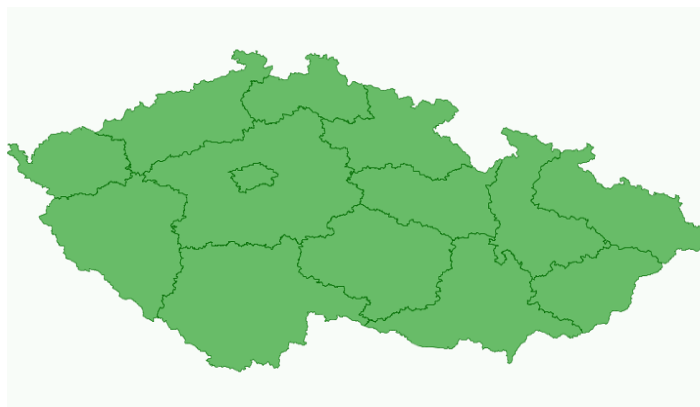
Stejně jako získaný vzorek dat je třeba importovat do databáze i informace o územních celcích, nad kterými budou aplikovány výpočty v naprogramovaných funkcích. Nejprve bylo nutné stanovit územní celky, které budou následně využívány ve výpočtech statistických funkcí. Naprogramované funkce budou provádět výpočty nad daty na území krajů, okresů, obcí a silniční sítě. Pro jednotlivé územní celky byly vytvořeny tabulky, kde jsou uloženy hodnoty daných celků. Základem je digitální vektorová geografická databáze

ArcČR 500 ve verzi 3.0. Z této databáze jsou jednotlivé správní celky v programu ArcMap vyselektovány, transformovány ze souřadnicového systému S-JTSK do systému WGS-84 a následně exportovány do souborů typu Shapefile. Tyto soubory jsou poté díky rozšíření GeoRaptor, které je dostupné pro Oracle databázi, importovány přímo do databázových tabulek s prostorovými datovými typy SDO\_GEOMETRY a prostorově indexovány. Součástí řešení práce nemusí být nutnou součástí kompletní struktura popisující správní celek. Z důvodu nižších paměťových nároků by nemusely být uvedeny všechny zdrojové záznamy. Při implementaci této práce bylo uvažováno nad budoucím vývojem a v důsledku toho byly do databáze importovány všechny informace o územních celcích pro případné využití v budoucnosti.

První tabulka obsahuje hodnoty specifikující rozložení krajů na území České republiky. V programu ESRI ArcMap je z databáze ArcČR vybrána vrstva krajů a ta je dále transformována do souřadnicového systému WGS-84. Po transformaci je vrstva vyexportována do souboru typu Shapefile a uložena do tabulky KRAJE v databázovém systému Oracle. Níže je znázorněna struktura této tabulky a grafická reprezentace uložených dat v programu OpenJUMP.

| Název sloupce | Datový typ        | Klíč | Integritní omezení | Index |
|---------------|-------------------|------|--------------------|-------|
| OBJECTID      | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | A     |
| AREA          | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| PERIMETER     | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| NAZEV         | VARCHAR2(20 BYTE) | N    | -                  | N     |
| OB91          | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | N     |
| OB01          | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | N     |
| OB_311202     | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| NUTS3         | VARCHAR2(7 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| NK            | VARCHAR2(4 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| KN            | VARCHAR2(4 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| NUTS2         | VARCHAR2(7 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| IDEN          | NUMBER(3,0)       | N    | -                  | N     |
| SHAPE_LEN     | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| SHAPE_AREA    | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| GEOM          | SDO_GEOMETRY      | N    | -                  | N     |

*Tabulka 14: Databázová tabulka KRAJE.*

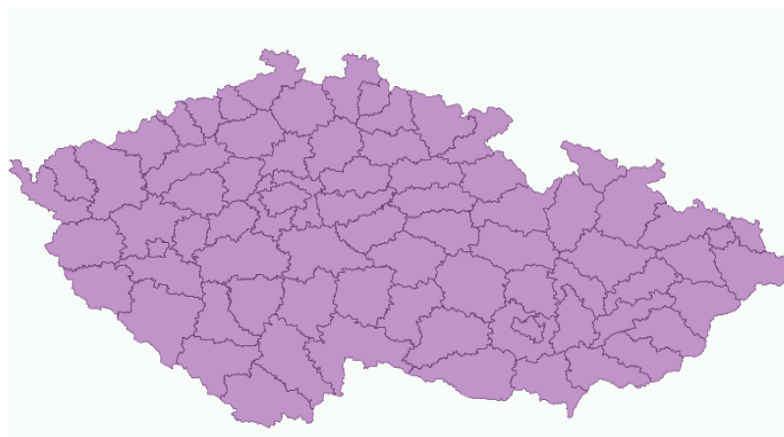


**Obrázek 7:** Graficky znázorněné záznamy krajů uložené v databázi.

Další v řadě je tabulka, kam jsou importovány hodnoty představující jednotlivé okresy České republiky. Data jsou pořízena a uložena shodným způsobem jako v případě krajů.

| Název sloupce | Datový typ        | Klíč | Integritní omezení | Index |
|---------------|-------------------|------|--------------------|-------|
| OBJECTID      | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | A     |
| AREA          | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| PERIMETER     | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| NAZEV         | VARCHAR2(26 BYTE) | N    | -                  | N     |
| OB91          | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | N     |
| OB01          | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | N     |
| OB_311202     | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| OKRES         | VARCHAR2(8 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| NUTS4         | VARCHAR2(9 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| NUTS3         | VARCHAR2(8 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| NUTS2         | VARCHAR2(7 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| KRAJ1960      | VARCHAR2(10 BYTE) | N    | -                  | N     |
| NK            | VARCHAR2(5 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| KN            | VARCHAR2(7 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| KNOK          | VARCHAR2(10 BYTE) | N    | -                  | N     |
| NAZKR         | VARCHAR2(23 BYTE) | N    | -                  | N     |
| NAZEV_ENG     | VARCHAR2(30 BYTE) | N    | -                  | N     |

**Tabulka 15:** Databázová tabulka OKRESY.

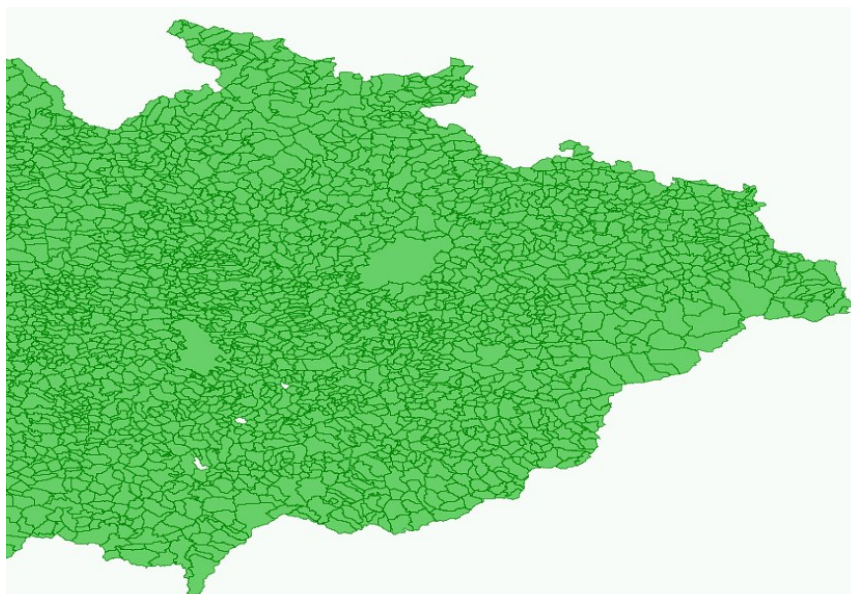


**Obrázek 8:** Graficky znázorněné záznamy okresů uložené v databázi.

Další oblastí možného zkoumání jsou obce České republiky. Jejich rozložení je rovněž uloženo v databázové struktuře a pomocí parametrických dotazů bude možné specifikovat požadovanou obec, která bude dále podléhat statistickému výpočtu.

| Název sloupce | Datový typ        | Klíč | Integritní omezení | Index |
|---------------|-------------------|------|--------------------|-------|
| OBJECTID_1    | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | A     |
| OBJECTID      | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| AREA          | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| PERIMETER     | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| KOD_CAST      | VARCHAR2(6 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| NAZ_CAST      | VARCHAR2(40 BYTE) | N    | -                  | N     |
| KOD_OBEC      | VARCHAR2(6 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| NAZ_OBEC      | VARCHAR2(40 BYTE) | N    | -                  | N     |
| LAU1          | VARCHAR2(6 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| NAZ_LAU1      | VARCHAR2(40 BYTE) | N    | -                  | N     |
| CZNUTS3       | VARCHAR2(6 BYTE)  | N    | -                  | N     |
| NAZ_CNUTS3    | VARCHAR2(40 BYTE) | N    | -                  | N     |
| SHAPE LENG    | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| SHAPE_AREA    | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| GEOM          | SDO_GEOMETRY      | N    | -                  | N     |

**Tabulka 16:** Databázová tabulka OBCE.

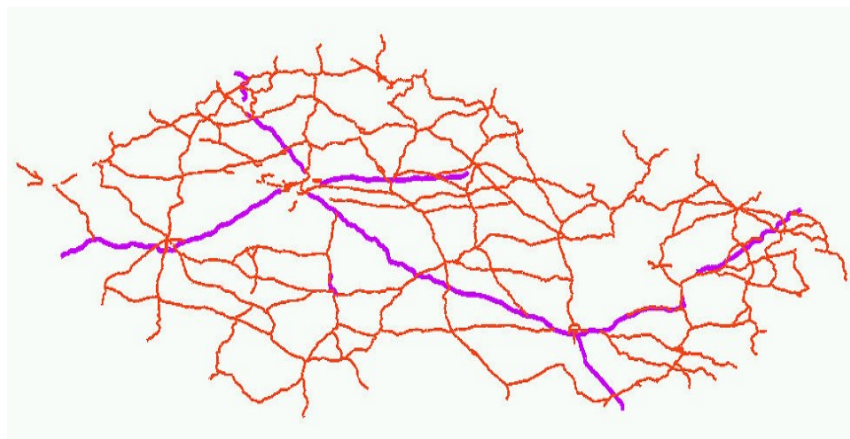


**Obrázek 9:** Graficky znázorněná část obcí ČR.

V poslední fázi implementace databázové struktury jsou vytvořeny databázové tabulky SILNICE a SILNICE\_BUFFER. Tabulka SILNICE obsahuje informace o silniční síti na území České republiky. Informace uložené v systému Oracle jsou opět získány selekcí geografických prvků do samostatné vrstvy z databáze ArcČR 500. Tato vrstva obsahuje údaje reprezentující silnice I., II. a III. tříd a rychlostní silnice včetně dálnic. Celá vrstva je v programu ArcMap přetransformována do souřadnicového systému WGS-84 a poté již známým způsobem pomocí extenze GeoRaptor naimportována do databáze Oracle.

| Název sloupce | Datový typ        | Klíč | Integritní omezení | Index |
|---------------|-------------------|------|--------------------|-------|
| OBJECTID      | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | A     |
| TRIDA         | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | N     |
| CISLO_SILN    | VARCHAR2(10 BYTE) | N    | -                  | N     |
| MEZINARODN    | VARCHAR2(25 BYTE) | N    | -                  | N     |
| PRUHY         | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | N     |
| SHAPE_LENG    | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| GEOM          | SDO_GEOMETRY      | N    | -                  | N     |

**Tabulka 17:** Databázová tabulka SILNICE.



Obrázek 10: Grafické znázornění silniční sítě ČR.

## 5.5 Zpracování a uložení pomocných dat v databázi

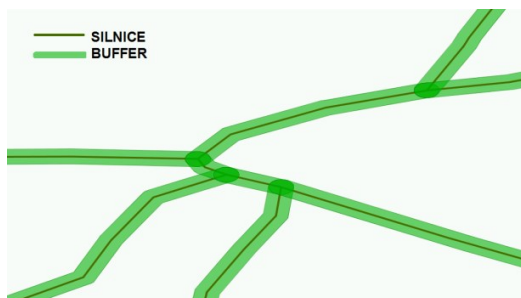
Z databázové tabulky SILNICE je následně pomocí metody prostorové nástavby Oracle Spatial vygenerována tabulka SILNICE\_BUFFER. V ní jsou uloženy záznamy, podávající informaci o bufferech vytvořených kolem jednotlivých silnic silniční sítě. Silniční síť je reprezentována vektory. Pro následné výpočty, kdy je zapotřebí zjišťovat, které body jízdy vozidel náleží určité silnici, se vytvoří obálka o určité velikosti, do které lze umístit právě většinu bodových záznamů jízdy. Ve statistických funkcích se pak zjišťuje, které body jsou přítomny na chtěné silnici. Velikost bufferu není jednoduché zvolit, z důvodu tolerance a chybovosti GPS zařízení je zapotřebí počítat s možností nechtěného přiřazení bodu k jiné silnici a toto riziko minimalizovat. Níže, ve zdrojovém kódu, je uveden postup vytváření bufferu kolem silniční sítě. Následuje sestava obrázků, na kterých lze jednak spatřit buffer vytvořený kolem silnice, zobrazení bufferu v mapě a příklad umístění jednotlivých bodů jízdy vzhledem k silničnímu bufferu.

| Název sloupce | Datový typ        | Klíč | Integritní omezení | Index |
|---------------|-------------------|------|--------------------|-------|
| OBJECTID      | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | A     |
| TRIDA         | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | N     |
| CISLO_SILN    | VARCHAR2(10 BYTE) | N    | -                  | N     |
| MEZINARODN    | VARCHAR2(25 BYTE) | N    | -                  | N     |
| PRUHY         | NUMBER(8,0)       | N    | -                  | N     |
| SHAPE_LENG    | FLOAT             | N    | -                  | N     |
| GEOM          | SDO_GEOMETRY      | N    | -                  | N     |

Tabulka 18: Databázová tabulka BUFFER.

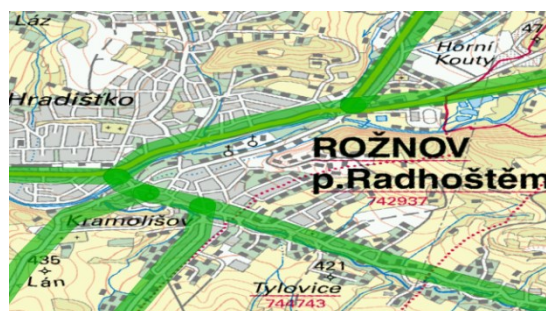
```
CREATE TABLE BUFFER AS SELECT c.OBJECTID,c.trida, c.cislo_siln, c.mezinarodn, c.pruhy,
c.shape_leng, SDO_GEOM.SDO_BUFFER(c.geom, m.diminfo, 80, 'unit=m arc_tolerance=0.005') as GEOM
FROM SILNICE c, user_sdo_geom_metadata m
WHERE m.table_name = 'ROZNOV_WGS' AND m.column_name = 'GEOM';
```

**Zdrojový kód 7:** Vytvoření bufferu kolem silniční sítě.



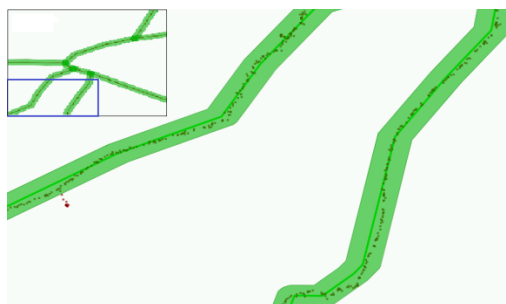
**Obrázek 11:** Grafický příklad bufferu pokrývajícího silniční síť.

Na obrázku 11 je vidět pokrytí vektorové silniční sítě bufferem vytvořeným z vektorových dat. Ten je dále využíván pro zkoumání interakce polohových záznamů se silniční sítí.



**Obrázek 12:** Grafický příklad bufferu zobrazeného na mapovou vrstvou WMS služby.

Výše uvedený obrázek 12 podává informaci o prostorovém kontextu záznamů uložených v databázi s mapou. Když porovnáme šířku silnice v mapě a šířku vygenerovaného bufferu, zjistíme, že buffer překrývá silniční síť i s částí okolí. Z důvodu chybovosti GPS zařízení musela být stanovena větší šířka bufferu, do kterého spadají polohové záznamy. Ve výpočtech může nastat určitá chybovost, pokud bude k silnici přiřazen záznam například ze silnice vedlejší.



**Obrázek 13:** Grafický zobrazení umístění bodů jízdy na vytvořeném bufferu.



V detailním pohledu na pokrytí polohových záznamů bufferem lze vidět odchylku záznamů od silniční sítě. Z tohoto důvodu bylo zapotřebí vytvořit buffer silniční sítě. Je zde vidět i přiřazení několika záznamů vedlejší silnice. Tento problém by v budoucnu mohl být vyřešen pomocí funkce, která udává orientaci polohového záznamu. Z ukazatele by se následně mohl predikovat směr jízdy vozu a odstranit tak záznamy, které fyzicky nenáleží ke zkoumané silnici.

V rámci zrychlení statistických výpočtů jsou vytvořeny 4 pomocné tabulky, ve kterých jsou propojeny předchozí tabulky specifikující územní oblasti České republiky s tabulkou POLOHA, kde jsou uloženy získané body jízdy. Na příkladu v tabulce 8 je vidět propojení těchto tabulek tím, že každému bodu je přiřazen identifikátor územního celku. Všechny záznamy uložené v těchto tabulkách jsou indexovány. Tyto pomocné tabulky použité ve výpočtech jsou schopny zajistit rychlou reakci na kladené dotazy a požadované informace jsou tímto poměrně rychle vyhodnoceny.

| Název sloupce | Datový typ   | Klíč | Integritní omezení | Index | Význam                |
|---------------|--------------|------|--------------------|-------|-----------------------|
| IDBOD         | NUMBER       | FK   | -                  | A     | ID polohového záznamu |
| POLOHA        | SDO_GEOMETRY | N    | -                  | A     | poloha                |
| OBJECTID      | NUMBER(8,0)  | N    | -                  | A     | ID okresu             |

*Tabulka 19: Pomocná databázová tabulka BOD\_OKRES.*

V případě dalšího vývoje této práce je již připravena tabulka BOD\_ORIENTACE. V této tabulce je ke každému bodovému záznamu v tabulce POLOHA přiřazen ukazatel, který podává informaci o směru bodu. Ukazatel je číslo, nabývající hodnot <3,141592;-3,141592>. Tímto je určen směr bodu na jednotkové kružnici. Směr orientace bodu je do tabulky BOD\_ORIENTACE vkládán za pomoci funkce UHEL, která se o samotný výpočet stará. Tabulka byla vytvořena na základě úvahy o rozlišení jednotlivých směrů jízdy vozidel na silnici. S touto úvahou však souvisí mnoho dalších omezení a problémů, jejichž řešení vyžaduje lépe dimenzované nástroje a prostředky než ty, které byly k dispozici při implementaci této práce.

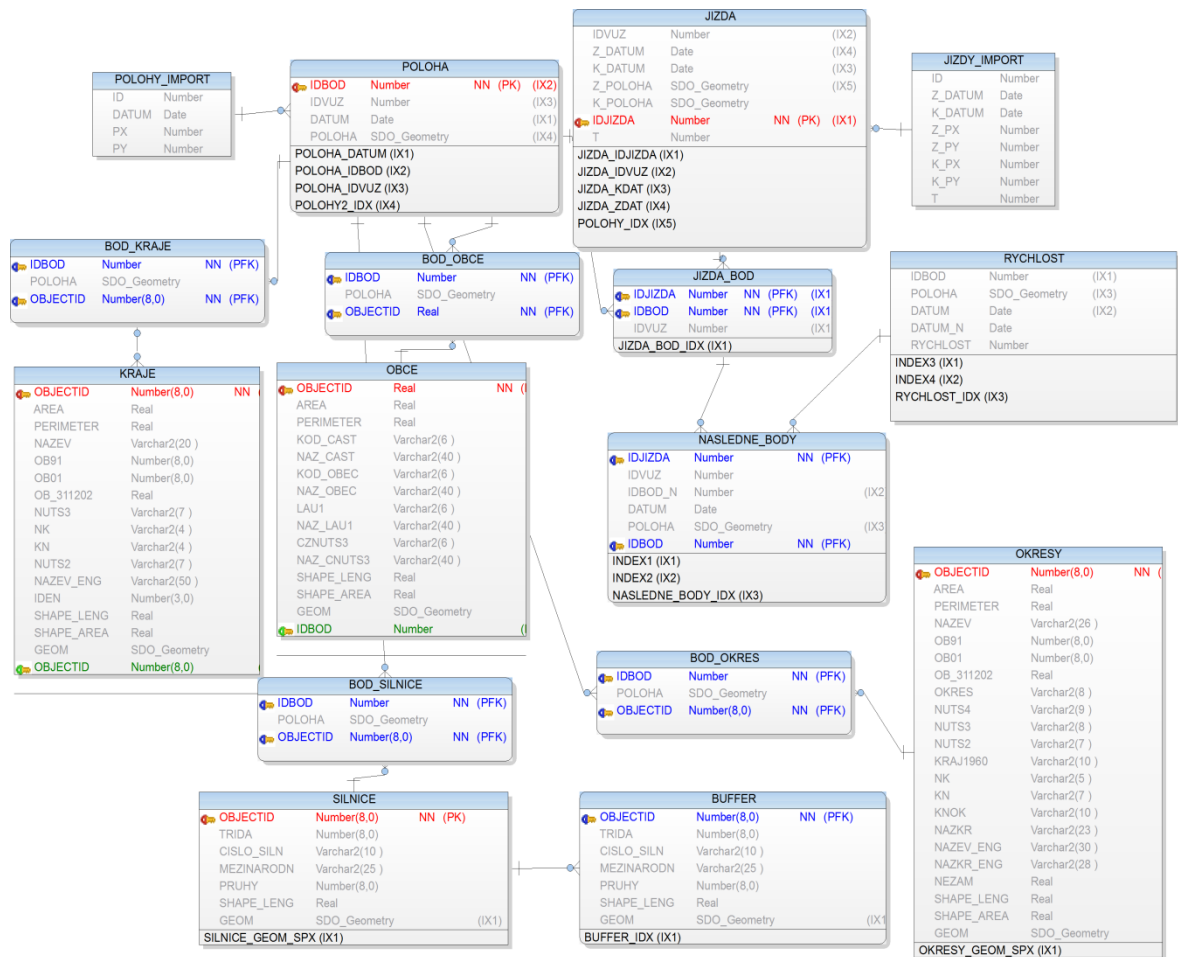
| Název sloupce | Datový typ | Klíč | Integritní omezení | Index | Význam                     |
|---------------|------------|------|--------------------|-------|----------------------------|
| IDBOD         | NUMBER     | FK   | -                  | A     | ID polohového záznamu      |
| ORIENTACE     | NUMBER     | N    | -                  | N     | ukazatel orientace záznamu |

*Tabulka 20: Databázová tabulka BOD\_ORIENTACE.*

Níže je zobrazeno kompletní konceptuální schéma databáze, včetně pomocných tabulek a pohledů pro manipulaci s daty. Jak již bylo dříve zmíněno, celá databáze má v současnosti statický charakter, není ovšem problém převést ji do dynamické struktury. Statická je z



důvodu vysoké výpočetní náročnosti, které neodpovídá pracovní stanici, na které je tato databáze nainstalována. Práce byla rovněž omezena i velikostí diskového úložiště, které aktuálně zabírá 123 GB diskového prostoru a obsahuje záznamy za 3 měsíce roku 2009.



Obrázek 14: Konceptuální model databáze.

## 5.6 Vyhodnocení dopravních dat

Následující podkapitoly se zabývají etapami zkoumání dopravních dat, uložených ve struktuře databáze. Pro potřeby statistického vyhodnocení byly implementovány funkce uvnitř databáze, pomocí kterých jsou prováděny operace výběru a spojování jednotlivých tabulek, přičemž díky nastaveným restrikcím je dosaženo chtěných výsledků. Provádění vyhodnocení pomocí funkcí se jeví jako vhodné i z důvodu dalšího použití, kdy nemusí být striktně řečeno, s jakými nástroji je třeba pracovat. Případná aplikace, která bude implementována, musí pouze umožnit připojení k Oracle databázi. Toto řešení je výhodné i z hlediska výkonnosti. Všechny potřebné výpočty jsou prováděny uvnitř databáze a na aplikaci tudíž budou kladeny nižší provozní nároky. Také díky snaze o usnadnění dalšího vývoje jsou jednotlivé funkce implementovány samostatně a je možné je nezávisle dotazovat.

Každá funkce, která je v práci naprogramována, má určitý vypovídající charakter zkoumaného prostoru, ať jde o kraj, okres, obec, ale i o silnici, a to i přesto, že funkce jsou naprogramovány všeobecně a nezávisle na specifikovaném území. Jako vzorek zkoumaného území posloužil Zlínský kraj, respektive okres Vsetín a obec Rožnov pod Radhoštěm. Detailní vyhodnocení na silnicích jsou pak prováděna na hlavních příjezdových silnicích do obce Rožnov pod Radhoštěm.

Před samotnou implementací funkcí vyhodnocujících dopravu bylo potřebné vytvořit pomocné výpočty, které figurují ve statistických výpočtech. Mají rovněž formu funkcí a je možné je použít samostatně i mimo provádění statistických výpočtů.

### 5.6.1 Výpočet ujeté vzdálenosti

V této funkci se provádí postupná detekce jednotlivých bodů jízdy vozidla od nastartování až po vypnutí zapalování vozidla. Tak jsou získány vzdálenosti mezi každými dvěma body a všechny jsou sečteny. Výsledkem je celková ujetá vzdálenost určené jízdy vozidla. Pro výpočet je nutné zadat identifikátor jízdy vozidla. Také tento výpočet je možné využít v praxi, konkrétně při tvorbě automatizované knihy jízd. Tato funkce je důležitá pro zpracování výpočtu rychlosti, neboť je volána z funkce RYCHLOST, kde zprostředkovává výpočet délky jízdy a na základě tohoto výpočtu je následně vypočtena průměrná rychlost jízdy. Funkce nemusela být implementována samostatně, výpočet mohl být přímo součástí funkce RYCHLOST. Ovšem z důvodu modularity, lepšího pochopení řešeného problému a možnosti využití v rámci jiných výpočtů je tato funkce implementována samostatně.

```

create or replace
FUNCTION VZDALENOST ( idj number) RETURN NUMBER AS

vysledek number;idbod_p number;idbod_n number;pom1 number;pom2 number;pom3 number;

cursor c1 is select aa.idbod, lead(aa.idbod,1) over (order by p.datum) from jizda_bod aa,
poloha p where aa.idjizda=idj and aa.idbod=p.idbod;
cursor c2 is select SDO_GEOM.SDO_DISTANCE(c_b.poloha, c_d.poloha, 0.005) FROM poloha c_b,
poloha c_d where c_b.idbod=idbod_p and c_d.idbod = idbod_n;

BEGIN
pom2:=0;
open c1;

loop
fetch c1 into idbod_p,idbod_n;
EXIT WHEN c1%NOTFOUND;
open c2;
fetch c2 into pom1;
pom2:=pom1+pom2;
close c2;
end loop;
pom3:=pom2-pom1;

close c1;

return pom3;
END VZDALENOST;

```

***Zdrojový kód 8:** Funkce pro výpočet délky jízdy vozidla*

Jak je patrné ze zdrojového kódu, jsou definovány 2 výběry, které jsou dále kombinovány ve smyčce, a postupně je pomocí metody Spatial modulu SDO\_DISTANCE sečtena vzdálenost mezi všemi body jízdy. Následující ukázka reprezentuje způsob volání takovéto funkce a její výstupní hodnotu.

```
select vzdalenost(58) from dual;
```

|   | VZDALENOST |
|---|------------|
| 1 | 63.24      |

***Zdrojový kód 9:** Výpočet vzdálenosti jízdy vozidla*

## 5.6.2 Výpočet průměrné rychlosti

Na základě předchozí funkce lze implementovat funkci, kterou je možné s úspěchem nasadit například v aplikacích využívaných správci vozových parků. Tento výpočet je prováděn za pomoci parametru, kterým je jednoznačně identifikováno vozidlo. Výpočet

uvnitř funkce následně nabídne uživateli výsledek v podobě vypočtené průměrné rychlosti vozidla. Získaný výpočet lze následně využít pro výpočet průměrného dojezdového času u kamionové dopravy.

```
select rychlost(1254) from dual;
```

|   | RYCHLOST |
|---|----------|
| 1 | 63.24    |

*Zdrojový kód 10: Průměrná rychlost jízdy vozidla.*

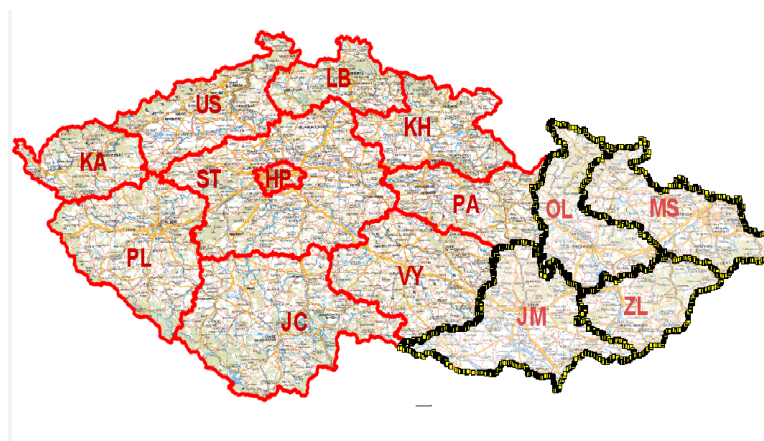
### 5.6.3 Vývoj dopravní zátěže na území kraje

První funkcí, která podává informaci o dopravním zatížení správního celku, je funkce vyjadřující dopravní zátěž na specifikovaném územním celku. Tento výpočet znázorňuje, jak se v rámci hodin vyvíjí počet vozidel, vyskytujících se na území kraje. Základem výpočtu je funkce, která po předání vstupních parametrů provede přiřazení počtu vozidel na území specifikovaného kraje k jednotlivým hodinovým intervalům.

```
SELECT ZATEZ_KRAJ_H('ZL', '01-01-2009', '01-03-2009') FROM dual;
```

*Zdrojový kód 11: Volání funkce ZATEZ\_KRAJ\_H a předání parametrů pro výpočet.*

Jak je patrné ze zdrojového kódu, funkci jsou předávány 3 parametry. Prvním je identifikátor kraje. V ukázkovém příkladu jsou porovnávány 3 kraje. Zkratka „ZL“ odpovídá Zlínskému kraji, dále se dosazují hodnoty „MS“, „OL“ a „JM“ pro Moravskoslezský, Olomoucký a Jihomoravský kraj. Po provedení výpočtů funkce bude možné vyhodnotit počty jednotlivých vozidel v hodinových intervalech, které projely těmito kraji v období mezi 1. 1. 2009 a 1. 3. 2009. Z tohoto časového úseku lze vyhodnotit závislost hustoty provozu na čase. Na obrázku 15 je znázorněna poloha zkoumaných krajů. Zobrazení je provedeno dotazem nad databázovou tabulkou, obsahující veškeré záznamy o krajích v ČR. Jako podklad slouží WMS vrstva získaná připojením zdroje dat ČÚZK. Rovněž v obrázku lze vidět jednotlivé identifikátory krajů. Nejedná se o celkový počet vozidel přítomných na tomto území, vyhodnocován je pouze získaný vzorek dat.



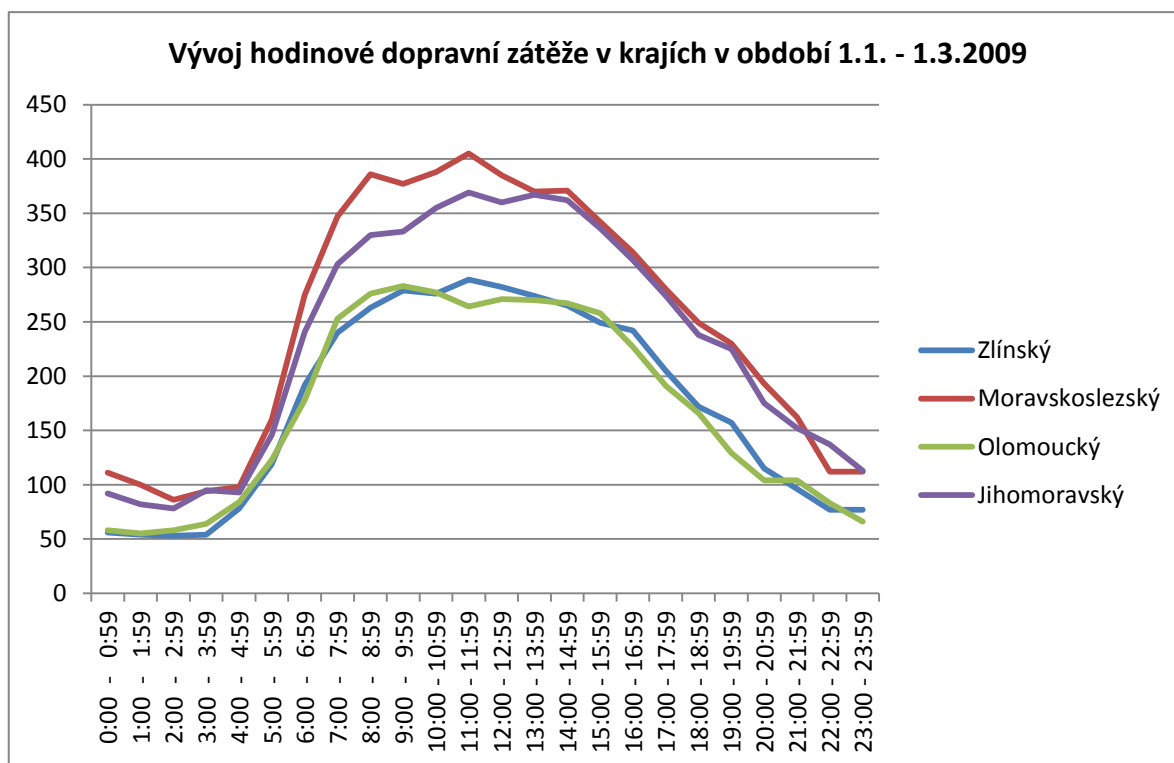
*Obrázek 15: Znáznornění zájmové oblasti v mapě.*

Výsledkem provedené funkce je tabulka, která nabízí výslednou hodinovou sestavu společně s počty vozidel z datového vzorku, které byly na daném území ve specifikované časové období přítomny.

| Vývoj hodinové dopravní zátěže v krajích v období 1.1. - 1.3.2009 |         |                 |           |              |
|---|---------|-----------------|-----------|--------------|
| hodinový interval   | Zlínský | Moravskoslezský | Olomoucký | Jihomoravský |
| 0:00 - 0:59   | 56      | 111             | 58        | 92           |
| 1:00 - 1:59   | 54      | 100             | 55        | 82           |
| 2:00 - 2:59   | 53      | 86              | 58        | 78           |
| 3:00 - 3:59   | 54      | 94              | 64        | 95           |
| 4:00 - 4:59   | 78      | 98              | 84        | 93           |
| 5:00 - 5:59   | 119     | 160             | 123       | 146          |
| 6:00 - 6:59   | 192     | 275             | 178       | 241          |
| 7:00 - 7:59   | 240     | 347             | 253       | 303          |
| 8:00 - 8:59   | 263     | 386             | 276       | 330          |
| 9:00 - 9:59   | 279     | 377             | 283       | 333          |
| 10:00 - 10:59   | 276     | 388             | 277       | 355          |
| 11:00 - 11:59   | 289     | 405             | 264       | 369          |
| 12:00 - 12:59   | 282     | 385             | 271       | 360          |
| 13:00 - 13:59   | 274     | 370             | 270       | 367          |
| 14:00 - 14:59   | 265     | 371             | 267       | 362          |
| 15:00 - 15:59   | 249     | 342             | 258       | 336          |
| 16:00 - 16:59   | 242     | 314             | 227       | 307          |
| 17:00 - 17:59   | 205     | 280             | 191       | 274          |
| 18:00 - 18:59   | 172     | 249             | 166       | 238          |
| 19:00 - 19:59   | 157     | 230             | 129       | 225          |
| 20:00 - 20:59   | 115     | 193             | 104       | 175          |
| 21:00 - 21:59   | 96      | 162             | 104       | 152          |
| 22:00 - 22:59   | 77      | 112             | 83        | 137          |
| 23:00 - 23:59   | 77      | 112             | 66        | 113          |

*Tabulka 21: Vývoj hodinové dopravní zátěže v krajích.*

Z výstupu funkce je na první pohled patrné, kolik vozidel danými územími ve specifikovaném čase projelo. Tento výstup je možné použít dále, například pro tvorbu grafu, znázorňujícího podíl na dopravě v jednotlivých hodinách dne. Z grafu lze následně poměrně jednoduše vyčíst, jak se hustota vozidel v krajích v jednotlivých hodinách měnila. V tomto případě je vidět konstantní noční provoz mezi 22. a 4. hodinou ranní. Následně provoz strmě narůstá až po 9. hodinu ranní, kdy už se většina zaměstnanců dostaví na své pracoviště. Následně je hustota provozu relativně konstantní až do 15. hodiny, po které množství vozidel pohybujících se na území kraje začíná pozvolna klesat. Provoz pak opět kolem 22. hodiny přejde na svou noční charakteristiku.



**Graf 1:** Vývoj hodinové dopravní zátěže v krajích.

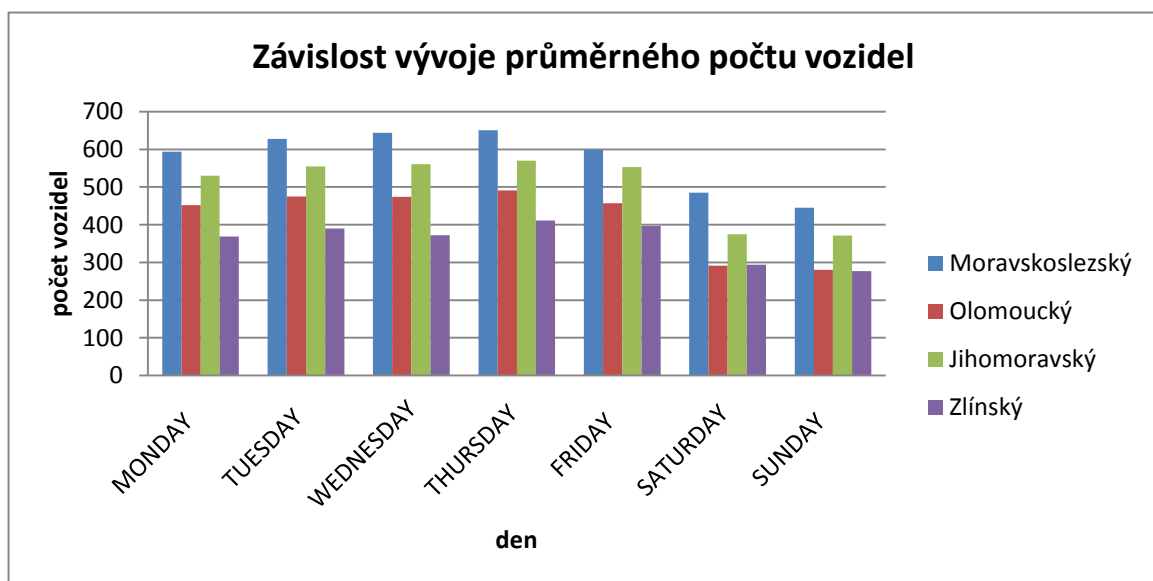
Dalším funkčním výpočtem vztahujícím se k těmto územím, tedy výčtu krajů, je funkce zabývající se vyjádřením závislosti hustoty provozu na dnu v týdnu. Stejně jako v předchozím příkladu je i zde počítáno s daty na území Moravskoslezského, zlínského, Olomouckého a Jihomoravského kraje za období 1. 1. 2009 - 1. 3. 2009. Statistický výpočet je prováděn z důvodu odhadu intenzity dopravy ve dnech pomocí funkce ZATEZ\_KRAJ\_D, které jsou předány shodné parametry jako v předchozí funkci, tedy identifikátor zkoumaného kraje, datum počátku zkoumání a datum konce zkoumání. Výsledná tabulka prezentuje závislost hustoty dopravy v návaznosti na den v týdnu.

```
SELECT ZATEZ_KRAJ_D('ZL', '01-01-2009', '01-03-2009') FROM dual;
```

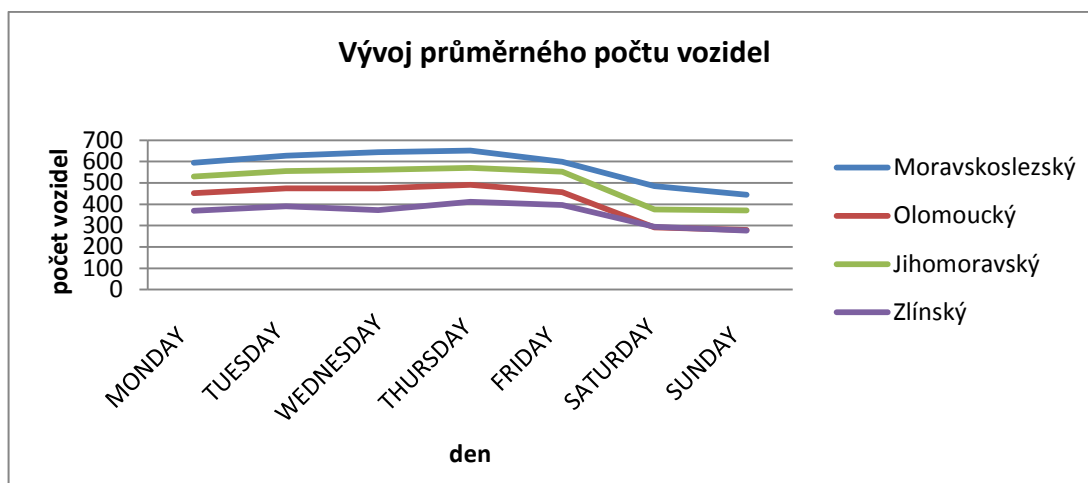
*Zdrojový kód 12: Volání funkce ZATEZ\_KRAJ\_D a předání parametrů pro výpočet.*

| Kraj      | Moravskoslezský | Olomoucký | Jihomoravský | Zlínský |
|-----------|-----------------|-----------|--------------|---------|
| MONDAY    | 594             | 452       | 530          | 369     |
| TUESDAY   | 628             | 475       | 555          | 390     |
| WEDNESDAY | 644             | 474       | 561          | 372     |
| THURSDAY  | 651             | 491       | 570          | 411     |
| FRIDAY    | 599             | 457       | 553          | 397     |
| SATURDAY  | 485             | 291       | 375          | 294     |
| SUNDAY    | 445             | 280       | 371          | 277     |

*Tabulka 22: Průměrný počet vozidel na území vybraných krajů.*



*Graf 2: Závislost vývoje průměrného počtu vozidel na území krajů v jednotlivých dnech týdne.*



**Graf 3:** Vývoj průměrného počtu vozidel na území krajů ve dnech týdne.

Stejně jako u krajů lze vyhodnotit dopravní data na území obce. Jako ukázka jsou vybrány 3 obce Zlínského kraje, konkrétně Rožnov pod Radhoštěm, Vsetín a Zlín. Tyto obce jsou vybrány záměrně, neboť mají různou velikost (Rožnov pod Radhoštěm 16 877 obyvatel, Vsetín 26 976 obyvatel, Zlín 75 660 obyvatel) [1], ale také je spojuje hlavní silniční tah mezi Frýdkem-Místkem a Zlínem. Z těchto důvodů může být zajímavé sledovat, zda počty vozidel ze vzorku dat, vyskytujících se na území těchto obcí, jakkoliv korespondují.

První funkcí, která pracuje s daty nad územím obcí, je ZATEZ\_OBEC\_D. Po předání vstupních parametrů - názvu obce, datu počátku a konce sledování - je proveden výpočet a výsledkem je tabulka, jejíž obsah vypovídá o množství vozidel ze sledovaného vzorku v tomto území za jednotlivé dny v týdnu. Takto provedený výpočet pro všechny 3 obce pak může naznačit, zda a jak se v daném období lišila struktura provozu.

```
SELECT ZATEZ_OBEC_D('Rožnov pod Radhoštěm', '01-01-2009', '01-03-2009') FROM dual;
```

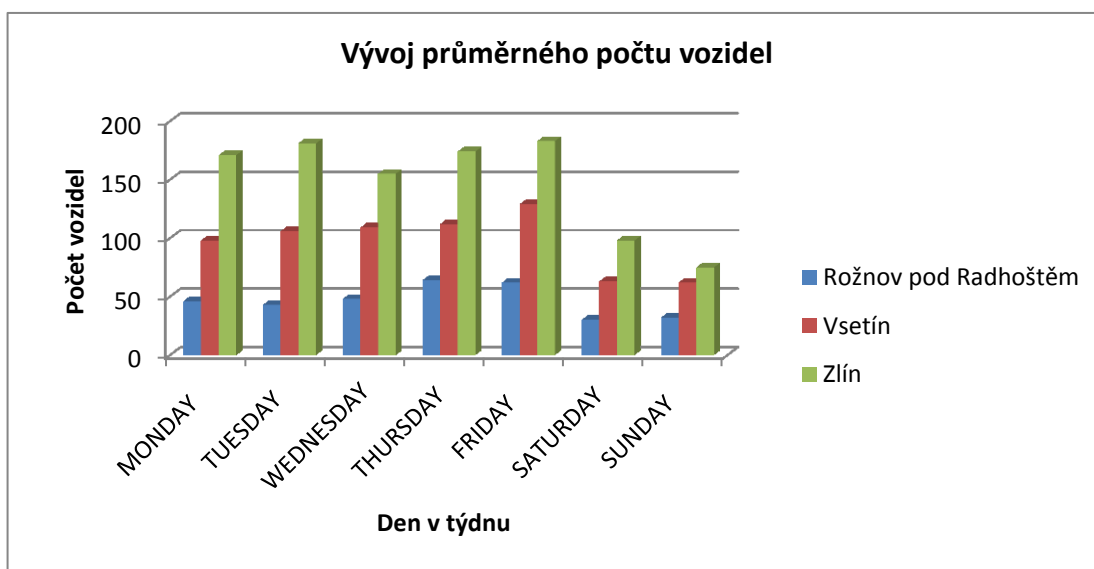
**Zdrojový kód 13:** Volání funkce ZATEZ\_OBEC\_D a předání parametrů pro výpočet.

| Obec      | Rožnov pod Radhoštěm | Vsetín | Zlín |
|-----------|----------------------|--------|------|
| MONDAY    | 46                   | 98     | 171  |
| TUESDAY   | 43                   | 106    | 181  |
| WEDNESDAY | 48                   | 109    | 155  |
| THURSDAY  | 64                   | 112    | 174  |
| FRIDAY    | 62                   | 129    | 183  |
| SATURDAY  | 30                   | 63     | 98   |
| SUNDAY    | 32                   | 62     | 75   |

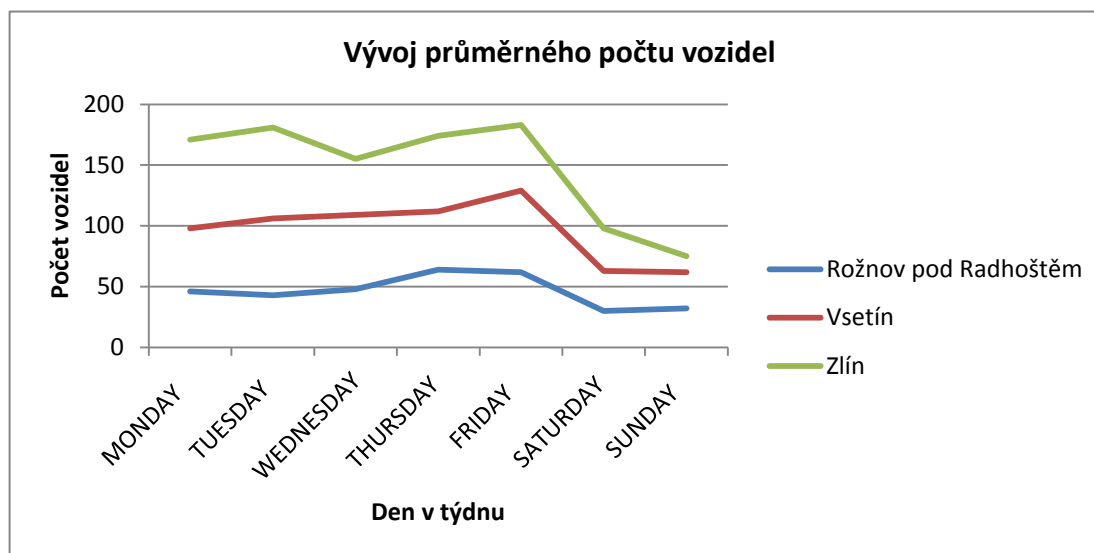
**Tabulka 23:** Průměrný počet vozidel na území vybraných krajů ve dnech.



Z výstupu funkce lze vyhodnotit množství vozidel, která se ve dnech daného časového úseku nacházela na území jednotlivých obcí. Již z prvního pohledu je díky množství záznamů patrná odstupňovaná velikost obcí. Jak je psáno výše, tak i množství vozidel vyskytujících se na území obcí koresponduje právě s velikostí obcí. Lépe je tato charakteristika viditelná při vytvoření grafu.



**Graf 4:** Vývoj průměrného počtu vozidel na území obcí v jednotlivých dnech týdne.



**Graf 5:** Vývoj průměrného počtu vozidel na území obcí v jednotlivých dnech týdne.

Z grafu je možné si názorně představit, jak se měnila dopravní zátěž v jednotlivých dnech. Jak lze předpokládat, víkendový provoz je v porovnání s pracovním týdnem nižší.

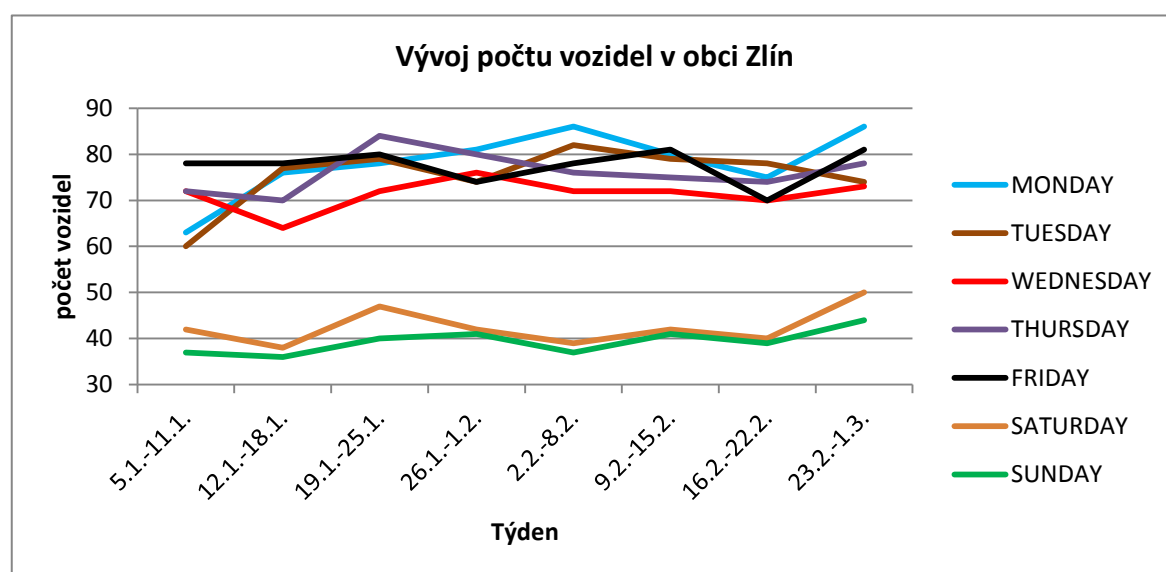
Vzhledem k tomu, že není známo, z jakých vozidel byla data získána, není možné jednoznačně určit, proč například hustota dopravy v pátek a neděli, kdy probíhá migrace chatařů, není výrazněji odlišená od ostatních dnů. Je možné se pouze spekulativně zamýšlet nad tím, jaký druh dopravy je zde charakterizován. Odvodit lze pouze to, že v rámci pracovního týdne a víkendu nejsou hodnoty příliš rozdílné, mohlo by se tedy jednat o hromadnou dopravu, nebo jiný typ dopravy, který je naplánován.

Jak lze v grafu vidět, průběhy linií v grafu jsou si velmi podobné. Jediným extrémem je pak střešní zátěž na území obce Zlín, která je poměrově výrazně nižší, než u ostatních obcí. Proto je třeba identifikovat den, který zapříčinil tento extrém. Na základě tohoto zjištění pak bude možné zjistit, zda se v obci konala nějaká zvláštní událost či dopravní omezení. Také je zde možnost, že výskyt tohoto jevu je čistě náhodný. Pro zkoumání byly spočítány četnosti výskytů vozidel ze vzorku dat v jednotlivých týdnech, jak je vidět z výstupní tabulky.

| týden       | MONDAY | TUESDAY | WEDNESDAY | THURSDAY | FRIDAY | SATURDAY | SUNDAY |
|-------------|--------|---------|-----------|----------|--------|----------|--------|
| 5.1.-11.1.  | 63     | 60      | 72        | 72       | 78     | 42       | 37     |
| 12.1.-18.1. | 76     | 77      | 64        | 70       | 78     | 38       | 36     |
| 19.1.-25.1. | 78     | 79      | 72        | 84       | 80     | 47       | 40     |
| 26.1.-1.2.  | 81     | 74      | 76        | 80       | 74     | 42       | 41     |
| 2.2.-8.2.   | 86     | 82      | 72        | 76       | 78     | 39       | 37     |
| 9.2.-15.2.  | 80     | 79      | 72        | 75       | 81     | 42       | 41     |
| 16.2.-22.2. | 75     | 78      | 70        | 74       | 70     | 40       | 39     |
| 23.2.-1.3.  | 86     | 74      | 73        | 78       | 81     | 50       | 44     |

*Tabulka 24: Průměrný počet vozidel na území obce Zlín v závislosti na dnech týdne.*

Z této tabulky je pak možné vytvořit graf, který bude reprezentovat dopravní zátěž za jednotlivé dny v týdnu.



*Graf 6: Vývoj počtu vozidel na území obce Zlín v závislosti na dnech týdne.*

Z grafu lze vyčíst následující. V pondělí a úterý 1. týdne je doprava nižší než obvykle. To můžeme přisuzovat setrváním občanů na dovolené po vánočních a novoročních svátcích 2008. Dále jsou hodnoty vyrovnané až na zmíněnou středu v týdnu 12. 1. - 18. 1. 2009, konkrétně 14. 1. 2009. Dle záznamů v kronice města Zlína se tento den nestala žádná neočekávaná ani plánovaná událost. Také ze záznamů Ředitelství silnic a dálnic v tomto termínu nebyla prováděna žádná omezující stavební úprava komunikací. Na základě těchto zjištění, s přihlédnutím k tomu, že nevíme, o jaká data z jakých vozidel se přesně jedná, můžeme vyvodit závěr, že tento jev je čistě náhodný.

Součástí této práce je také funkce ZATEZ\_OBEC\_H, která studuje závislost hustoty provozu na denní době. Do výpočtu vstupují parametry, mezi které patří název obce, datum počátku zkoumání a datum konce zkoumání. Výstupem funkce je tabulka, která má vypovídající charakter o množství vozidel na zkoumaném území v intervalu denních hodin.

```
SELECT ZATEZ_OBEC_D('Rožnov pod Radhoštěm', '01-01-2009', '01-03-2009') FROM dual;
```

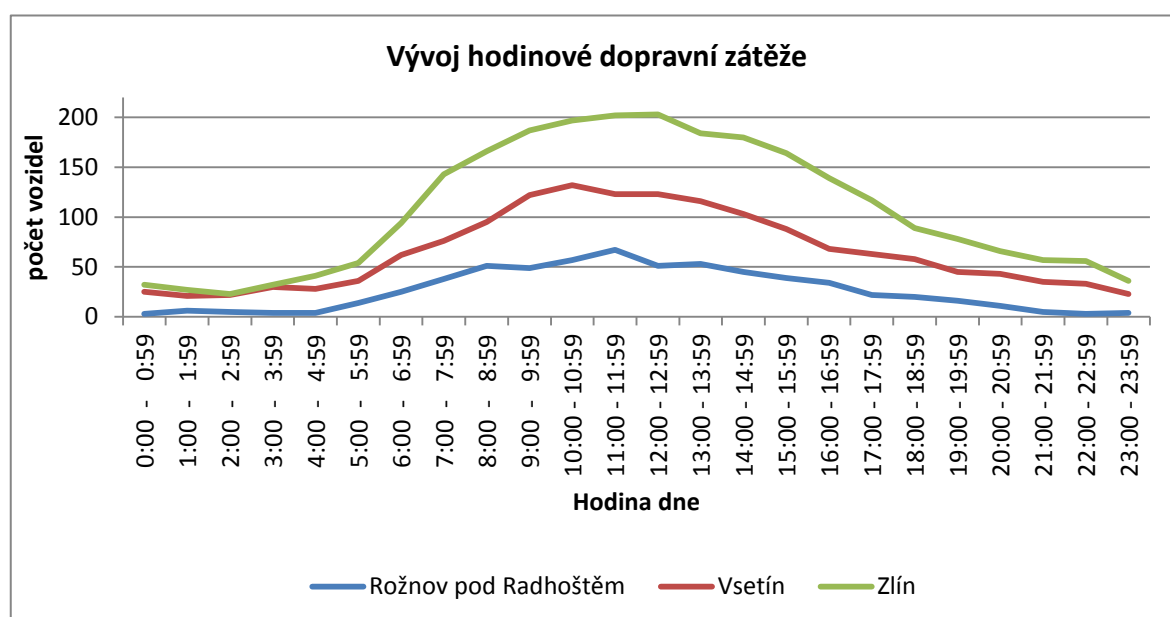
*Zdrojový kód 14: Volání funkce ZATEZ\_OBEC\_D a předání parametrů pro výpočet.*

| Vývoj hodinové dopravní zátěže v krajích v období 1.1. - 1.3.2009 |                      |        |      |
|---|----------------------|--------|------|
| hodinový interval   | Rožnov pod Radhoštěm | Vsetín | Zlín |
| 0:00 - 0:59   | 3                    | 25     | 32   |
| 1:00 - 1:59   | 6                    | 21     | 27   |
| 2:00 - 2:59   | 5                    | 22     | 23   |
| 3:00 - 3:59   | 4                    | 30     | 32   |
| 4:00 - 4:59   | 4                    | 28     | 41   |
| 5:00 - 5:59   | 14                   | 36     | 54   |
| 6:00 - 6:59   | 25                   | 62     | 94   |
| 7:00 - 7:59   | 38                   | 76     | 143  |
| 8:00 - 8:59   | 51                   | 95     | 166  |
| 9:00 - 9:59   | 49                   | 122    | 187  |
| 10:00 - 10:59   | 57                   | 132    | 197  |
| 11:00 - 11:59   | 67                   | 123    | 202  |
| 12:00 - 12:59   | 51                   | 123    | 203  |
| 13:00 - 13:59   | 53                   | 116    | 184  |
| 14:00 - 14:59   | 45                   | 103    | 180  |
| 15:00 - 15:59   | 39                   | 88     | 164  |
| 16:00 - 16:59   | 34                   | 68     | 139  |
| 17:00 - 17:59   | 22                   | 63     | 117  |
| 18:00 - 18:59   | 20                   | 58     | 89   |

|               |    |    |    |
|---------------|----|----|----|
| 19:00 - 19:59 | 16 | 45 | 78 |
| 20:00 - 20:59 | 11 | 43 | 66 |
| 21:00 - 21:59 | 5  | 35 | 57 |
| 22:00 - 22:59 | 3  | 33 | 56 |
| 23:00 - 23:59 | 4  | 23 | 36 |

*Tabulka 25: Vývoj hodinové dopravní zátěže v krajích.*

Stejně jako u předchozí funkce lze i zde z vyjádřených hodnot s přehledem vydedukovat velikost obcí. Rovněž je patrné rozložení dopravní zátěže. I v tomto případě má lepší vypovídající hodnotu grafické znázornění.

*Graf 7: Vývoj hodinové dopravní zátěže v obcích*

Na grafu funkce je přehledně vidět situace v jednotlivých obcích a hodinách. Dominují zde záznamy na území Zlína, jakožto nejlidnatější obce ze zkoumané trojice.

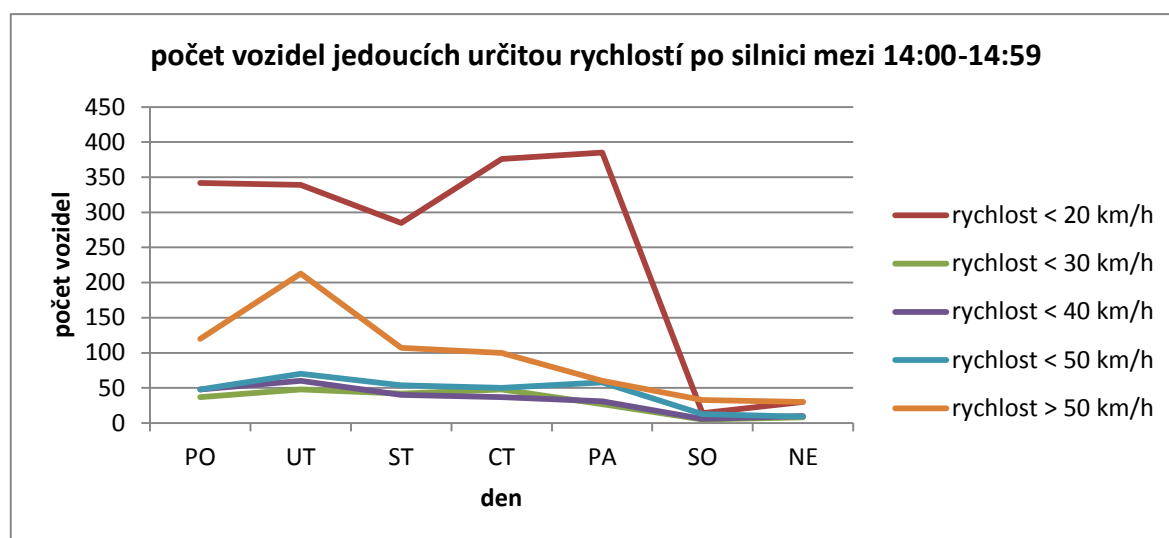
V neposlední řadě je možné z dat porovnat průběh dopravy v naší určené zájmové oblasti v jednotlivých dnech či hodinách. Pro výpočet průběhu je v databázi implementována procedura, která na základě rychlosti vozidla řadí záznamy do zvolených kategorií. Aktuálně je zvoleno 5 kategorií, pokrývajících záznamy s rychlostí do 20 km/h, 30 km/h, 40 km/h, 50 km/h a nad 50 km/h. O vytvoření následujících výpočtů se v rámci databáze stará funkce RYCHLOST\_SILNICE\_H, která je propojena s dalšími funkcemi, které získávají počty vozidel na dané silnici ve chtěném okamžiku. Takto seřazené záznamy lze dále využít pro prezentaci očekávaných výsledků. Ty jsou nejprve vygenerovány ve tvaru, jaký lze vidět v tabulce 25. Do ukázkového příkladu budou zahrnuty polohové záznamy jízd v čase mezi 14:00 - 14:59 na silnici s identifikátorem 65, čili na hlavní příjezdové

komunikaci do Rožnova pod Radhoštěm ze směru od Frenštátu pod Radhoštěm. Byla zkoumána data za období 5. 1. 2009 - 1. 3. 2009.

| 14:00-14:59 | celkový počet | rychlost < 20 km/h | rychlost < 30 km/h | rychlost < 40 km/h | rychlost < 50 km/h | rychlost > 50 km/h |
|-------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| MONDAY      | 595           | 342                | 37                 | 48                 | 48                 | 120                |
| TUESDAY     | 728           | 339                | 48                 | 60                 | 70                 | 213                |
| WEDNESDAY   | 527           | 285                | 42                 | 40                 | 54                 | 107                |
| THURSDAY    | 612           | 376                | 48                 | 37                 | 50                 | 100                |
| FRIDAY      | 561           | 385                | 27                 | 31                 | 58                 | 60                 |
| SATURDAY    | 71            | 14                 | 5                  | 6                  | 13                 | 33                 |
| SUNDAY      | 87            | 30                 | 8                  | 10                 | 9                  | 30                 |

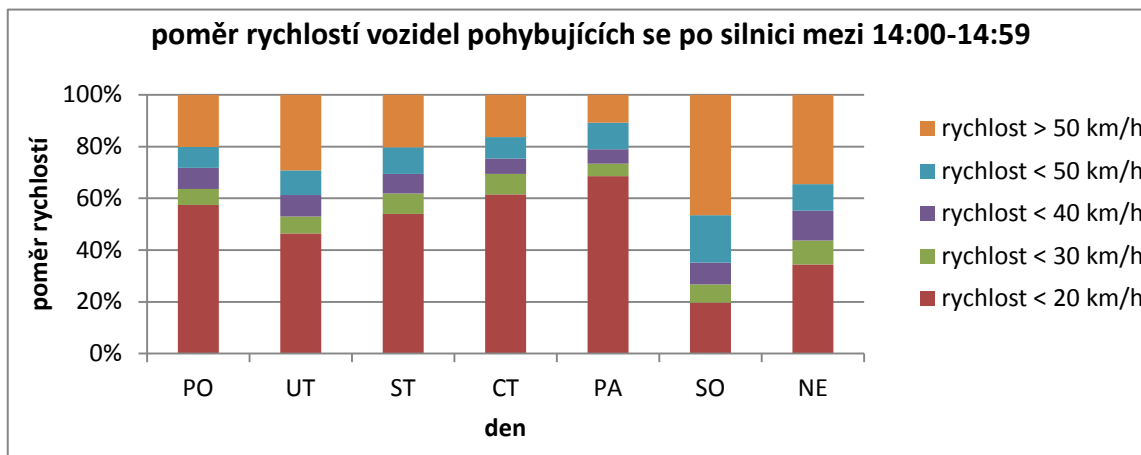
*Tabulka 26: Kategorizace počtu vozidel do rychlostních intervalů.*

Tabulka poskytuje určitou představu o dění na silnici 65 v daném období. V dané denní době převažují záznamy s rychlostí pod 20 km/h, což značí vyšší stupeň dopravní zátěže na této silnici v době, kdy mnozí lidé odjíždějí ze zaměstnání. Naopak druhým extrémem jsou poměrně vysoké hodnoty záznamů s rychlostí nad 50 km/h. Ve městě by tento stav neměl nastávat příliš často, ovšem na této silnici se projevuje jednak křižovatka u hotelu Eroplán na příjezdu do Rožnova pod Radhoštěm, která je příčinou velkého počtu hodnot s nízkou rychlostí, jednak dopravní značka ukončující území obce. Zde pak nastává druhý extrém, kdy mnoho řidičů tuto značku nerespektuje a zrychluje již před touto značkou.



*Graf 8: Vývoj rychlosti vozidel v daném čase v závislosti na dnech.*

Z grafu vytvořeného z dat z tabulky 25 je patrné, jak se v jednotlivých dnech vyvíjely rychlosti vozidel na zkoumané silnici. Je zde vidět poměrně stabilní výskyt záznamů s nízkou rychlostí v pracovním týdnu, naopak o víkendu jsou tyto nízké hodnoty potlačeny. Komunikace o víkendu není natolik zatížená, a tudíž i rychlost vozidel je vyšší.



**Graf 9:** Podíl vývoje rychlosti vozidel v daném čase v závislosti na dnech.

Pomocí poměrového měření lze vydedukovat, že nejvyšší dopravní zátěž na komunikaci nastává právě v pátku, kdy řidiči migrují mezi zaměstnáním, domovem a víkendovým domovem. Převládají tedy záznamy s nízkou rychlostí a záznamy s vysokou rychlostí jsou téměř potlačeny. Jasná je také situace v neděli, kdy probíhá návrat z rekreací a dopravní zátěž na silnici je tedy vyšší.

Poslední statistickým ukazatelem může být sledování vývoje rychlosti vozidel v závislosti na denní hodině. Do příkladu vstupují záznamy za všechny pondělky v období 5. 1. 2009 - 1. 3. 2009 na silnicích označených 65, 66 a 16713. Tyto silnice jsou výjezdovými komunikacemi z obce Rožnov pod Radhoštěm. Zkoumány budou inkriminované hodiny, kdy dochází k přesunu valné části zaměstnanců z a do zaměstnání, konkrétně pro 5., 6., 7., 8., 9., 14., 15., 16., 17. a 18. hodině dne.

| Silnice 65    | celkový počet | rychlost < 20 km/h | rychlost < 30 km/h | rychlost < 40 km/h | rychlost < 50 km/h | rychlost > 50 km/h |
|---------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 5:00 - 5:59   | 703           | 293                | 25                 | 89                 | 91                 | 205                |
| 6:00 - 6:59   | 1558          | 1391               | 22                 | 25                 | 26                 | 94                 |
| 7:00 - 7:59   | 1792          | 1451               | 72                 | 50                 | 81                 | 138                |
| 8:00 - 8:59   | 1071          | 736                | 58                 | 47                 | 54                 | 176                |
| 9:00 - 9:59   | 697           | 326                | 61                 | 71                 | 87                 | 152                |
| 14:00 - 14:59 | 595           | 342                | 37                 | 48                 | 48                 | 120                |
| 15:00 - 15:59 | 287           | 152                | 14                 | 16                 | 27                 | 78                 |
| 16:00 - 16:59 | 225           | 94                 | 12                 | 20                 | 18                 | 81                 |
| 17:00 - 17:59 | 216           | 136                | 15                 | 16                 | 20                 | 29                 |
| 18:00 - 18:59 | 25            | 4                  | 2                  | 2                  | 7                  | 10                 |

**Tabulka 27:** Kategorizace počtu vozidel do rychlostních intervalů na silnici 65.

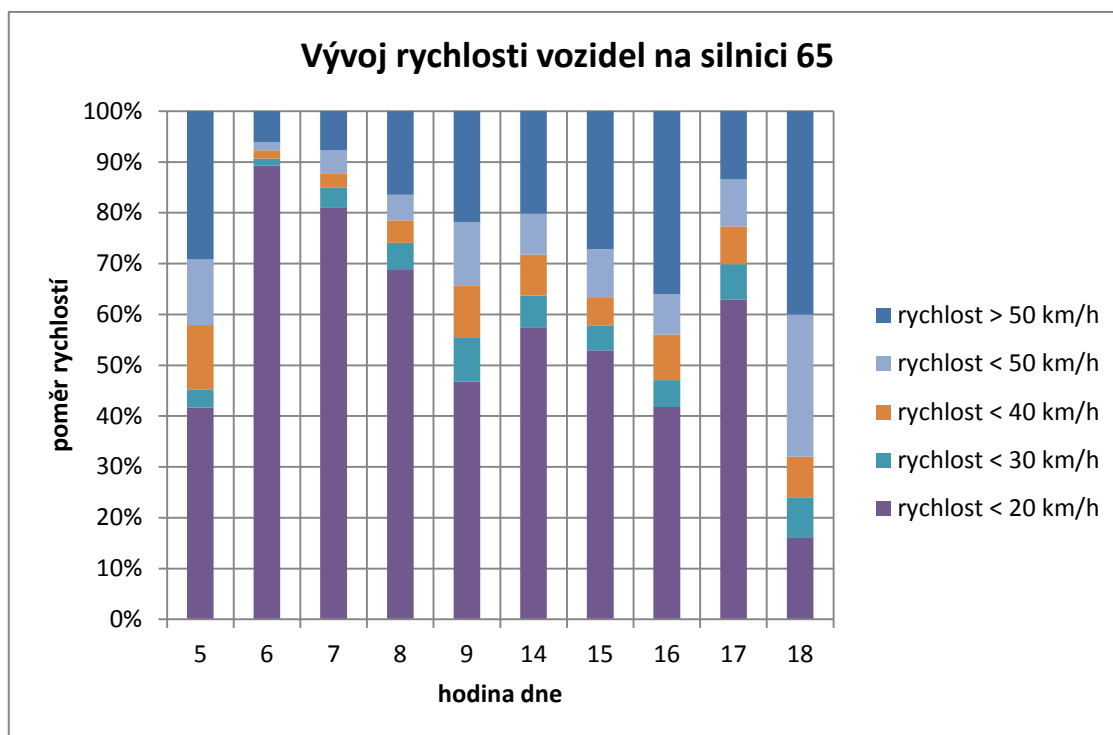
| Silnice 66    | celkový počet | rychlost < 20 km/h | rychlost < 30 km/h | rychlost < 40 km/h | rychlost < 50 km/h | rychlost > 50 km/h |
|---------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 5:00 - 5:59   | 282           | 47                 | 12                 | 11                 | 16                 | 196                |
| 6:00 - 6:59   | 127           | 3                  | 2                  | 15                 | 22                 | 85                 |
| 7:00 - 7:59   | 271           | 119                | 11                 | 30                 | 20                 | 92                 |
| 8:00 - 8:59   | 343           | 203                | 9                  | 31                 | 39                 | 61                 |
| 9:00 - 9:59   | 321           | 67                 | 10                 | 8                  | 41                 | 195                |
| 14:00 - 14:59 | 324           | 101                | 9                  | 16                 | 47                 | 152                |
| 15:00 - 15:59 | 222           | 35                 | 4                  | 7                  | 22                 | 154                |
| 16:00 - 16:59 | 218           | 25                 | 12                 | 16                 | 39                 | 126                |
| 17:00 - 17:59 | 2             | 0                  | 0                  | 1                  | 1                  | 0                  |
| 18:00 - 18:59 | 0             | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  |

Tabulka 28: Kategorizace počtu vozidel do rychlostních intervalů na silnici 66.

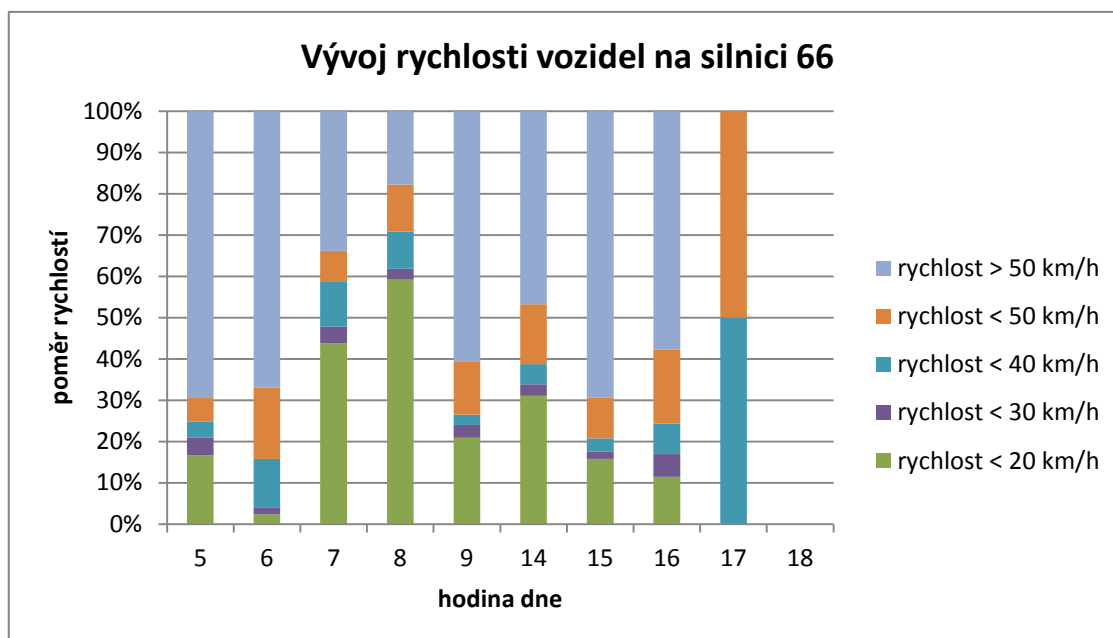
| Silnice 16713 | celkový počet | rychlost < 20 km/h | rychlost < 30 km/h | rychlost < 40 km/h | rychlost < 50 km/h | rychlost > 50 km/h |
|---------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 5:00 - 5:59   | 48            | 36                 | 10                 | 1                  | 0                  | 1                  |
| 6:00 - 6:59   | 82            | 3                  | 2                  | 2                  | 8                  | 67                 |
| 7:00 - 7:59   | 296           | 45                 | 2                  | 12                 | 27                 | 209                |
| 8:00 - 8:59   | 405           | 176                | 8                  | 9                  | 17                 | 195                |
| 9:00 - 9:59   | 120           | 27                 | 5                  | 3                  | 9                  | 76                 |
| 14:00 - 14:59 | 415           | 41                 | 7                  | 15                 | 48                 | 304                |
| 15:00 - 15:59 | 245           | 26                 | 3                  | 8                  | 40                 | 168                |
| 16:00 - 16:59 | 211           | 40                 | 7                  | 5                  | 42                 | 117                |
| 17:00 - 17:59 | 69            | 0                  | 1                  | 2                  | 8                  | 58                 |
| 18:00 - 18:59 | 0             | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  |

Tabulka 29: Kategorizace počtu vozidel do rychlostních intervalů na silnici 16713.

Tabulky uvedené výše dokumentují zatížení silnic ve všech pondělcích ve sledovaném období. Je zde vidět, že hlavní dopravní nápor nastává kolem 6. hodiny ránní, kdy do zaměstnání dojíždí většina zaměstnanců velkých výrobních podniků, mezi nimi například Gumáren Zubří. Po 8. hodině již lze vysledovat snižující se trend dopravní zátěže, který pak narůstá až po 14. hodině, kdy opět většina zaměstnanců, kteří se dopravovali ráno do zaměstnání, odjíždí ze zaměstnání. Do těchto výpočtů musíme rovněž zahrnout dopravu dětí a mládeže do vzdělávacích ústavů a z nich a hromadnou dopravu, jejíž přepravní kapacita je rovněž nastavena podle predikce počtu přepravovaných osob. V následujících grafech je vidět, jak se měnila rychlost vozidel jedoucích po silnici v závislosti na denní hodině.

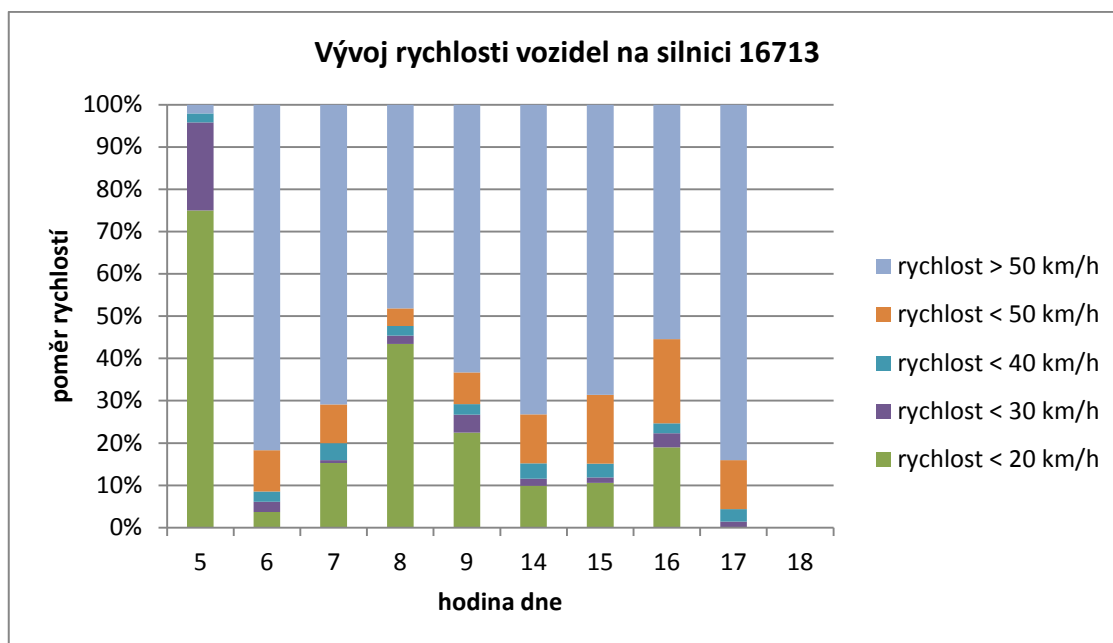


**Graf 10:** Poměr vývoje rychlosti vozidel na silnici 65 v závislosti na hodině.



**Graf 11:** Poměr vývoje rychlosti vozidel na silnici 66 v závislosti na hodině.





**Graf 12:** Poměr vývoje rychlosti vozidel na silnici 16713 v závislosti na hodině.

Grafy představují procentuální podíl rychlosti vozidel na sledované silnici v závislosti na hodině dne. U silnice 65, jak již bylo řešeno výše, se projevuje situace typická pro ranní a odpolední špičku, kdy se nejvyšší dopravní zátěž, dle sledovaného podílu rychlostí vozidel, odehrává v časně ranních a naopak odpoledních hodinách, kdy se dopravují pravděpodobně kancelářští pracovníci. U silnice 66, vedoucí směrem z Rožnova pod Radhoštěm na slovenské státní hranice, lze vidět vyšší dopravní zátěž kolem 8. hodiny ranní, kdy se do zaměstnání dopravují administrativní pracovníci, a ti samí se pak vrací po 16. hodině, jak dokládají výsledky z grafu. Z grafu silnice 16713 je na první pohled patrná extrémní zátěž silnice mezi 5. a 6. hodinou ranní. Tento jev je pravděpodobně způsoben právě příjezdem zaměstnanců na ranní směnu a odjezdem zaměstnanců z noční směny podniku Gumárny Zubří, jehož příjezdová komunikace přiléhá ke zkoumané silnici 16713.

## 5.7 Aplikace pro dotazování statistických funkcí

Součástí zpracování práce je i návrh uživatelského rozhraní pro práci s daty uloženými v databázi. Jedná se o webovou aplikaci implementovanou v programovacím jazyce C#, která je vytvořena pomocí nástroje Microsoft Visual Studio for Web 2012. Aplikace je schopná přes webové rozhraní na základě předaných parametrů zobrazit uživateli výsledek statistické funkce, implementované v SŘBD Oracle. Přes nainstalovaný ovladač Oracle databáze je prováděno předání parametrů pro výpočet funkce, následně je získán výsledek a ten je předán zpět do webového rozhraní. Uživatel tak bez znalosti vnitřní struktury

databáze je schopen pomocí jednoduchého zadání v relativně krátké době získat chtěný výsledek pro další analýzu. V současné době je součástí aplikace 5 karet poskytujících detailní informace o záznamech uložených v databázi.

| DOPRAVA 2009 © VÁCLAV ŠVIDERNOCH ( 2013 ) |            |          |   |          |                       | [ Přihlášení ] |
|---|------------|----------|---|----------|-----------------------|----------------|
| Seznam Jízdy                              |            |          |   |          |                       |                |
| Záznamy jednotlivých jízdy vozidel:       |            |          |   |          |                       |                |
| ID_VUZ                                    | Z_DATUM    | K_DATUM  | Z_POLOHA                                  | ID_JIZDA | K_POLOHA              |                |
| 248                                       | 01-01-2009 | 03:18:41 | 01-01-2009 03:20:22 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 355      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 2848                                      | 01-01-2009 | 02:41:43 | 01-01-2009 03:20:10 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 356      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 1412                                      | 01-01-2009 | 03:14:10 | 01-01-2009 03:20:39 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 357      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 923                                       | 01-01-2009 | 02:30:34 | 01-01-2009 03:20:44 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 358      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 1304                                      | 01-01-2009 | 03:13:11 | 01-01-2009 03:20:53 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 359      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 227                                       | 01-01-2009 | 03:02:58 | 01-01-2009 03:21:28 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 360      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 230                                       | 01-01-2009 | 03:04:13 | 01-01-2009 03:22:18 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 361      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 3394                                      | 01-01-2009 | 02:08:26 | 01-01-2009 03:22:53 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 362      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 256                                       | 01-01-2009 | 02:53:57 | 01-01-2009 03:23:35 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 363      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 481                                       | 01-01-2009 | 03:15:10 | 01-01-2009 03:25:51 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 364      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 337                                       | 01-01-2009 | 03:21:03 | 01-01-2009 03:26:09 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 365      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 724                                       | 01-01-2009 | 03:18:23 | 01-01-2009 03:26:51 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 366      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 828                                       | 01-01-2009 | 03:15:48 | 01-01-2009 03:27:14 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 367      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 206                                       | 01-01-2009 | 03:27:33 | 01-01-2009 03:27:35 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 368      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 2794                                      | 01-01-2009 | 03:14:24 | 01-01-2009 03:27:48 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 369      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 3018                                      | 01-01-2009 | 03:15:00 | 01-01-2009 03:27:50 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 370      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 253                                       | 01-01-2009 | 03:27:53 | 01-01-2009 03:27:57 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 371      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 195                                       | 01-01-2009 | 03:28:28 | 01-01-2009 03:28:33 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 372      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 2326                                      | 01-01-2009 | 03:19:31 | 01-01-2009 03:28:40 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 373      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |
| 1065                                      | 01-01-2009 | 03:23:56 | 01-01-2009 03:29:01 MDSYS.SDO_GEOMETRY... | 374      | MDSYS.SDO_GEOMETRY... |                |

Obrázek 16: Aplikace - seznam jízdy vozidel.

První karta nabízí úplný přehled o záznamech jízdy uložených v databázi. Uživatel je tak schopen zjistit, kdy a jakou trasu požadované vozidlo absolvovalo.

| DOPRAVA 2009 © VÁCLAV ŠVIDERNOCH ( 2013 )  |                                  |  |  |  |  | [ Přihlášení ] |  |  |  |  |  |
|--|----------------------------------|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|--|
| Detail jízdy   |                                  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |
| Výpočet délky jízdy a průměrné rychlosti za jízdy:   |                                  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |
| Vyplňte ID jízdy:  | <input type="text" value="323"/> |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |
| <input type="button" value="Spočítat délku jízdy"/> <input type="button" value="Spočítat průměrnou rychlost"/> |                                  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |
| Celková ujetá vzdálenost činí: 2343,45 m   |                                  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |

Obrázek 17: Aplikace - pohled na detail jízdy.

Druhá záložka umožňuje uživateli provést vyhodnocení jízdy vozidla, konkrétně je zde nabídnuta možnost výpočtu ujeté vzdálenosti od zapnutí zapalování až po vypnutí zapalování vozu. Dále lze v rámci jízdy vyhodnotit průměrnou rychlost vozidla na trase.

| DEN      | pocet |
|----------|-------|
| FRIDAY   | 308   |
| MONDAY   | 333   |
| SATURDAY | 299   |
| SUNDAY   | 303   |
| THURSDAY | 304   |

**Obrázek 18:** Aplikace - výpočet statistiky na území kraje.

Třetí záložka nabízí uživateli možnost specifikovat dotaz pro výpočet dopravní zátěže v určitém kraji a období v závislosti na stanoveném kritériu. Kritérii jsou v tomto případě výpočty vztažené k hodině, dni nebo měsíci. Po výpočtu je uživateli poskytnuta tabulka s průměrným počtem výskytů vozidel na daném území ve specifikovaném čase. Na základě vyhodnocení uživatel dostává informaci o dopravní zátěži a je schopen predikovat dopravní zátěž v budoucnu.

| HOURL | pocet |
|-------|-------|
| 0     | 1     |
| 1     | 3     |
| 2     | 1     |
| 3     | 3     |
| 4     | 1     |
| 5     | 4     |
| 6     | 6     |
| 7     | 6     |
| 8     | 6     |
| 9     | 6     |
| 10    | 7     |
| 11    | 8     |
| 12    | 6     |
| 13    | 6     |
| 14    | 8     |
| 15    | 5     |
| 16    | 3     |
| 17    | 4     |
| 18    | 5     |
| 19    | 3     |
| 20    | 3     |
| 21    | 1     |
| 22    | 1     |
| 23    | 2     |

**Obrázek 19:** Aplikace - výpočet statistiky na území obce

Předposlední naimplementovaná záložka rozšiřuje aplikaci o možnost výpočtu dopravní zátěže na území obce. Po funkční stránce nabízí shodné možnosti výpočtu, v ukázkovém příkladu je uveden výpočet průměrné dopravní zátěže na území obce Rožnov pod Radhoštěm v závislosti na denní hodině v požadovaném časovém intervalu.

**DOPRAVA 2009** © VÁCLAV ŠVIDERNOCH ( 2013 ) [ Přihlášení ]

Seznam silnic
Detail jízdy
Statistika Kraje
Statistika Obce
Rychlostní intervaly na silnici

Výpočet výskytu vozidel jedoucích určitou rychlostí po silnici:

Číslo silnice:

Datum začátku sledování:

Datum konce sledování:

Počet vozidel jedoucích ve stanovený čas po silnici - dělení podle rychlostních intervalů:

| HOURL | pocet | <20 | <30 | <40 | <50 | =>50 |
|-------|-------|-----|-----|-----|-----|------|
| 6     | 19    | 11  | 0   | 1   | 1   | 6    |
| 8     | 24    | 5   | 1   | 1   | 4   | 13   |
| 9     | 15    | 1   | 0   | 6   | 3   | 5    |
| 11    | 115   | 38  | 2   | 4   | 11  | 60   |
| 12    | 53    | 14  | 2   | 2   | 1   | 34   |
| 13    | 47    | 7   | 1   | 4   | 5   | 30   |
| 14    | 56    | 39  | 2   | 6   | 3   | 6    |
| 17    | 18    | 0   | 0   | 3   | 2   | 13   |
| 18    | 24    | 5   | 1   | 2   | 1   | 15   |
| 20    | 50    | 30  | 2   | 2   | 4   | 12   |
| 23    | 35    | 15  | 2   | 1   | 1   | 16   |

**Obrázek 20:** Aplikace - výpočet vývoje rychlosti vozidel.

Poslední karta podává informace o rychlosti vozidel na konkrétní silnici v požadovaném čase. Z výsledné tabulky má uživatel přehled o celkovém počtu vozidel na této silnici ve sledovaných špičkových hodinách, konkrétně mezi 5. - 9. hodinou ranní a 14. - 18. hodinou odpolední. Celkový počet vozidel je dále doplněn o rychlostní kategorie, do kterých spadají získané polohové záznamy vozidel. Z tabulky se naskýtá pohled na rozložení průměrné rychlosti vozidel na dané silnici v jednotlivých hodinách dne. Tímto je poskytnuta informace o využití silnice v zadaném časovém intervalu a z výsledků je možné predikovat, jak se bude rychlost vozidel měnit v budoucnu.

## 6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo získání a zpracování prostorových dopravních dat. V první fázi bylo zapotřebí seznámit se se strukturou poskytnutých dopravních dat a zároveň s technologií Oracle Spatial.

Po nastudování problematiky byly stanoveny prostředky a postupy pro uložení dat v databázi. Bylo stanoveno, jakým způsobem bude prováděno předzpracování dat z funkčního hlediska a postup jednotlivých fází při zpracování dopravních dat. V tomto okamžiku bylo zjištěno, že předzpracování proudovými editory není vhodné a je vhodnější provést jej při uložení dat do databáze. Dále byla zjištěna potřeba využití dalších dat, získaných z údajů Ředitelství silnic a dálnic a geodatabáze ArcČR, která vstupují do zkoumání a funkčních výpočtů. Ta jsou využívána pro zkoumání interakce poskytnutého vzorku dat s okolím z topologického hlediska.

Následně byla stanovena struktura uložení dat v databázi dle konceptuálního modelu a byla provedena potřebná opatření pro úspěšné uložení z hlediska funkčnosti. Za nejlepší řešení bych považoval dynamickou strukturu databáze, kde by se po importu dat automaticky pomocí triggerů a implementovaných procedur a funkcí vstupní data modifikovala do finální podoby, vhodné pro statistické zpracování. Tohoto řešení nebylo možné využít při tvorbě této práce z důvodu nedostatečné výpočetní kapacity použitých technických nástrojů. Pro mou práci se zvolený způsob statického uložení dat jeví jako vhodný z důvodu rychlého dotazování a vyhodnocování výsledků. Výpočty jsou již částečně rychlostně optimalizovány. Při tvorbě této diplomové práce byl proveden také výpočet orientace polohového záznamu. Díky tomu by v budoucnu mohlo být možné identifikovat směr jízdy vozidla a zaměřit se tak na výpočet statistiky v jednotlivých dopravních směrech.

S pomocí vnitřních funkcí a pomocných tabulek byla data transformována do podoby vhodné pro statistické zpracování. Je důležité vědět, že celá koncepce práce byla navržena jako modulární, čili každý typ vyhodnocení byl proveden uvnitř jedné funkce. Toto řešení představuje hlavní devizu této práce, tedy stanovení jednotných celků, které je možné samostatně upravit z hlediska potřeb uživatele. V tomto řešení vidím jeden z přínosů této práce, neboť právě úprava aktuálního řešení je poměrně jednoduše řešitelná a rychle využitelná v jiných aplikacích. Další přínos vidím v možnosti statistického vyhodnocení korelace poměru dopravních kapacit ve vztahu ke sčítání dopravy na daném území v roce 2010, ačkoliv není jasné, z jakého typu vozidel jsou poskytnutá zdrojová data na zkoumaných silnicích kolem Rožnova pod Radhoštěm.

Posledním návrhem, jak navázat na tuto práci, je vytvoření mapové nadstavby základní webové aplikace, která umožní zobrazit data v mapě a dotazovat je pomocí výběru silnice se stanovením potřebných parametrů v klouzavém okénku.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÉ ZDROJE

- [1] Travel and Transportation. *IBM* [online]. [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www-935.ibm.com/industries/traveltransportation/index.html>
- [2] Products: Traffic. *TOMTOM* [online]. Copyring 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: [http://www.tomtom.com/en\\_gb/licensing/products/traffic/](http://www.tomtom.com/en_gb/licensing/products/traffic/)
- [3] Direction and traffic. *Google Maps* [online]. Copyring 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://support.google.com/maps/bin/topic.py?hl=en&topic=1687356>
- [4] KÁRA, Michal. *Uložení a analýza bodového mračna bodů v Oracle Spatial*. Plzeň, 2011. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Karel Janeček.
- [5] MAY, M., D. HECKER, C. KORNER, S. SCHEDER a D. SCHULZ. A Vector-Geometry Based Spatial kNN-Algorithm for Traffic Frequency Predictions. *Data Mining Workshops: International Conference on Data Mining*. 2008, s. 442-447. ISSN 978-0-7695-3503-6.
- [6] CASTRO, Pablo Samuel, Daqing ZHANG a Shijian LI. Urban Traffic Modelling and Prediction Using Large Scale Taxi GPS Traces. *Lecture Notes in Computer Science* [online]. 2012, roč. 7319, s. 57-72 [cit. 2013-04-22]. ISSN 0302-9743. Dostupné z: [http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-31205-2\\_4.pdf](http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-31205-2_4.pdf)
- [7] HORÁK, Ondřej. *Intelligentní dopravní systémy*. Ostrava, 2011. Dostupné z: [https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/87211/HOR638\\_FEI\\_N2647\\_2612T02\\_5\\_2011.pdf?sequence=1](https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/87211/HOR638_FEI_N2647_2612T02_5_2011.pdf?sequence=1). Diplomová práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Michal Radecký.
- [8] Prezentace výsledků sčítání dopravy 2010. *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. 2011 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>
- [9] HENDL, Jan. *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. 1. vyd. Praha: Portál, 2004, 583 s. ISBN 80-717-8820-1.
- [10] Matematické základy geoinformatiky: Postupy statistické a geostatistické analýzy geodat. SCHEJBAL, Ctirad, Vladimír HOMOLA, František STANĚK a Vlastimil KAJZAR. *Institut geologického inženýrství* [online]. 2006 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/geoinformatika/kap02.htm#0208>
- [11] Oracle [online]. 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.oracle.com>

- [12] RIGAUX P., SCHOLL M., VOISARD, A.: Spatial Databases : With Application to GIS.USA : Morgan Kaufmann Publishers, 2001. 410 s. ISBN 1-55860-588-6.
- [13] ŠVIDERNOCH, Václav. *Časoprostorová statistika dopravy*. Ostrava, 2010. Bakalářská práce. VŠB - technická univerzita Ostrava
- [14] Oracle® Spatial Developer's Guide. *Oracle Database Online Documentation 11g Release 2 (11.2)* [online]. 2012 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: [http://docs.oracle.com/cd/E11882\\_01/appdev.112/e11830/toc.htm](http://docs.oracle.com/cd/E11882_01/appdev.112/e11830/toc.htm)
- [15] ArcČR 500. In: *Digitální geografická databáze 1 : 500 000* [online]. 2012 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://download.arcdata.cz/data/ArcCR-3.0-popis-dat.pdf>
- [16] Souřadnicové systémy. ČADA, Václav. *Přednáškové texty z geodezie* [online]. 2007 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch02s03.html>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

|  |    |
|--|----|
| 1. Zobrazení dopravní zátěže v pondělí v 6:00 pomocí aplikace Google .....       | 3  |
| 2. Zobrazení dopravní zátěže v pondělí v 8:45 pomocí aplikace Google.....        | 3  |
| 3. Zobrazení dopravní zátěže v pondělí v 10:00 pomocí aplikace Google.....       | 3  |
| 4. Zobrazení průměrné dopravní zátěže aplikací Ředitelství silnic a dálnic ..... | 5  |
| 5. Princip indexování R-stromem .....  | 11 |
| 6. grafické znázornění vztahu geometrie a MBR .....                              | 11 |
| 7. graficky znázorněné záznamy krajů uložené v databázi.....                     | 27 |
| 8. Graficky znázorněné záznamy okresů uložené v databázi .....                   | 28 |
| 9. graficky znázorněná část obcí ČR .....  | 29 |
| 10. Grafické znázornění silniční sítě ČR .....                                   | 30 |
| 11. Grafický příklad bufferu pokrývajícího silniční síť.....                     | 31 |
| 12. Grafický příklad bufferu zobrazeného na mapovou vrstvou WMS služby .....     | 31 |
| 13. Grafický zobrazení umístění bodů jízd na vytvořeném bufferu .....            | 31 |
| 14. Konceptuální model databáze .....  | 33 |
| 15. Znázornění zájmové oblasti v mapě .....                                      | 37 |
| 16. Aplikace - seznam jízd vozidel.....  | 50 |
| 17. Aplikace - pohled na detail jízdy .....                                      | 50 |
| 18. Aplikace - výpočet statistiky na území kraje .....                           | 51 |
| 19. Aplikace - výpočet statistiky na území obce .....                            | 51 |
| 20. Aplikace - výpočet vývoje rychlosti vozidel .....                            | 52 |



## SEZNAM TABULEK

|   |    |
|---|----|
| 1. Sčítání dopravy 2010 .....   | 6  |
| 2. ArcČR - údaje o silnicích k 1.1.2012.....                                    | 15 |
| 3. ArcČR - údaje o obcích k 1.1.2012 .....                                      | 16 |
| 4. ArcČR - údaje o okresech k 1.1.2012 .....                                    | 17 |
| 5. ArcČR - údaje o krajích k 1.1.2012 .....                                     | 18 |
| 6. Charakteristika obcí zlínského kraje .....                                   | 20 |
| 7. databázová tabulka POLOHY_IMPORT .....                                       | 22 |
| 8. databázová tabulka JIZDY_IMPORT .....  | 23 |
| 9. Databázová tabulka POLOHA.....   | 23 |
| 10. Databázová tabulka JIZDA.....   | 23 |
| 11. Databázová tabulka JIZDA_BOD .....  | 24 |
| 12. Databázová tabulka NASLEDNE_BODY .....                                      | 25 |
| 13. Databázová tabulka RYCHLOST.....  | 25 |
| 14. Databázová tabulka KRAJE .....  | 26 |
| 15. Databázová tabulka OKRESY .....   | 27 |
| 16. Databázová tabulka OBCE .....   | 28 |
| 17. Databázová tabulka SILNICE .....  | 29 |
| 18. Databázová tabulka BUFFER.....  | 30 |
| 19. Pomocná databázová tabulka BOD_OKRES .....                                  | 32 |
| 20. Databázová tabulka BOD_ORIENTACE.....                                       | 32 |
| 21. Vývoj hodinové dopravní zátěže v krajích .....                              | 37 |
| 22. Průměrný počet vozidel na území vybraných krajů.....                        | 39 |
| 23. Průměrný počet vozidel na území vybraných krajů ve dnech .....              | 40 |
| 24. Průměrný počet vozidel na území obce Zlín v závislosti na dnech týdne ..... | 42 |
| 25. Vývoj hodinové dopravní zátěže v krajích .....                              | 43 |

|   |    |
|---|----|
| 26. Kategorizace počtu vozidel do rychlostních intervalů.....                   | 45 |
| 27. Kategorizace počtu vozidel do rychlostních intervalů na silnici 65 .....    | 46 |
| 28. Kategorizace počtu vozidel do rychlostních intervalů na silnici 66 .....    | 47 |
| 29. Kategorizace počtu vozidel do rychlostních intervalů na silnici 16713. .... | 47 |

## SEZNAM GRAFŮ

|  |    |
|--|----|
| 1. Vývoj hodinové dopravní zátěže v krajích .....                                | 38 |
| 2. Závislost vývoje průměrného počtu vozidel na území krajů ve dnech týdne ..... | 39 |
| 3. Vývoj průměrného počtu vozidel na území krajů ve dnech týdne .....            | 40 |
| 4. Vývoj průměrného počtu vozidel na území obcí ve dnech týdne .....             | 41 |
| 5. Vývoj průměrného počtu vozidel na území obcí ve dnech týdne .....             | 41 |
| 6. Vývoj počtu vozidel na území obce Zlín v závislosti na dnech týdne .....      | 42 |
| 7. Vývoj hodinové dopravní zátěže v krajích .....                                | 44 |
| 8. Vývoj rychlosti vozidel v daném čase v závislosti na dnech .....              | 45 |
| 9. Poměr vývoje rychlosti vozidel v daném čase v závislosti na dnech .....       | 46 |
| 10. Poměr vývoje rychlosti vozidel na silnici 65 v závislosti na hodině .....    | 48 |
| 11. Poměr vývoje rychlosti vozidel na silnici 66 v závislosti na hodině .....    | 48 |
| 12. Poměr vývoje rychlosti vozidel na silnici 16713 v závislosti na hodině ..... | 49 |

## SEZNAM ZDROJOVÝCH KÓDŮ

|   |    |
|---|----|
| 1. Obsah kontrolního souboru pro import zdrojových dat do databáze..... | 13 |
| 2. Obsah LOG souboru vytvořeného po importu dat do databáze.....        | 13 |
| 3. Skript pro předzpracování zdrojových dat v proudovém editoru .....   | 21 |
| 4. Informace o provedeném importu dat do databáze.....                  | 22 |
| 5. Specifikace územního rozsahu v tabulce metadat .....                 | 24 |
| 6. vytvoření prostorového indexu nad databázovou tabulkou POLOHA.....   | 24 |
| 7. Vytvoření bufferu kolem silniční sítě .....                          | 31 |
| 8. Funkce pro výpočet délky jízdy vozidla .....                         | 35 |
| 9. Výpočet vzdálenosti jízdy vozidla.....                               | 35 |
| 10. Průměrná rychlost jízdy vozidla .....                               | 36 |
| 11. Volání funkce ZATEZ_KRAJ_H a předání parametrů pro výpočet .....    | 36 |
| 12. Volání funkce ZATEZ_KRAJ_D a předání parametrů pro výpočet .....    | 39 |
| 13. Volání funkce ZATEZ_OBEC_D a předání parametrů pro výpočet .....    | 40 |
| 14. Volání funkce ZATEZ_OBEC_D a předání parametrů pro výpočet .....    | 43 |

## SEZNAM PŘÍLOH

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>I.</b>  | <b>Dokumentace zpracování databáze.....</b>                              | <b>62</b> |
| 1          | VYTVOŘENÍ TABULEK PRO IMPORT ZÍSKANÝCH DAT .....                         | 62        |
| 1.1        | Tabulky pro uložení zdrojových dat .....                                 | 62        |
| 1.2        | Import zdrojových dat do vytvořených tabulek .....                       | 63        |
| 1.3        | Očištění zdrojových dat .....  | 64        |
| 1.4        | Vytvoření zdrojových tabulek s podporou prostorových datových typů ..... | 64        |
| 1.5        | Přiřazení polohových záznamů k jízdám vozidel .....                      | 66        |
| 1.6        | Zjištění následných bodů .....   | 67        |
| 1.7        | Tabulky se záznamy geometrických útvarů .....                            | 67        |
| 1.8        | Pomocné tabulky – přiřazení polohových záznamů ke správním celkům.....   | 68        |
| 2          | FUNKCE PRO VÝPOČET STATISTICKÉHO VYHODNOCENÍ DOPRAVY .....               | 69        |
| 2.1        | Funkce pro výpočet ujeté vzdálenosti .....                               | 69        |
| 2.2        | Výpočet rychlosti jízdy vozidla .....                                    | 70        |
| 2.3        | Výpočet dopravní zátěže na zadaném území.....                            | 71        |
| 2.4        | Výpočet dopravní zátěže na územním celku v závislosti na dnech.....      | 71        |
| 2.5        | Výpočet dopravní zátěže na územním celku v závislosti na hodině .....    | 72        |
| 2.6        | Výpočet dopravní zátěže na územním celku v závislosti na měsíci.....     | 73        |
| 2.7        | Vývoj rychlosti vozidel v závislosti na rychlosti a hodině dne .....     | 74        |
| <b>II.</b> | <b>Obsah CD.....</b>   | <b>75</b> |

## Příloha I. Dokumentace zpracování databáze

Tato příloha byla vytvořena pro popis jednotlivých kroků vedoucích ke kompletní implementaci Oracle databáze a jejímu uvedení do funkčního stavu. Z důvodu ochrany autorských textů jsou některé zásadní části zdrojových kódů neúplné, aby se zamezilo vytváření nelegálních stínových kopií této práce. Po dohodě je možné zpřístupnit kompletní sadu skriptů pro vytvoření celistvé struktury databáze. S případnými dotazy se lze obracet formou e-mailového dotazu zaslaného na adresy:

vaclav.svidernoch.st@vsb.cz

daniela.szturcova@vsb.cz

Předpokladem plné funkčnosti řešení je instalace Oracle Database ve verzi min. 11g R2.

# 1 VYTVOŘENÍ TABULEK PRO IMPORT ZÍSKANÝCH DAT

Na počátku je potřeba vytvořit 2 databázové tabulky, kam budou ukládána zdrojová data.

## 1.1 Tabulky pro uložení zdrojových dat

Tabulka pro uložení zdrojových dat s informacemi o poloze vozidla.

```
CREATE TABLE POLOHY_IMPORT(  
  ID NUMBER,  
  DATUM DATE,  
  PX NUMBER,  
  PY NUMBER)
```

Současně s touto tabulkou bude vytvořena tabulka pro import dat obsahujících záznamy o jízdách vozidel. Ta obsahuje informace o počáteční a koncové poloze jízdy vozidla.

```
CREATE TABLE JIZDY_IMPORT(  
  ID NUMBER,  
  Z_DATUM DATE,  
  K_DATUM DATE,  
  Z_PX NUMBER,  
  Z_PY NUMBER,
```

```
K_PX NUMBER,  
K_PY NUMBER,  
T NUMBER)
```

## 1.2 Import zdrojových dat do vytvořených tabulek

Do takto připravených tabulek je možné pomocí aplikace SQL\*Loader automatizovaně v krátkém čase načíst velké množství záznamů. Následují zdrojové kódy souborů "polohy\_import.ctl" a "jizdy\_import.ctl", kde je stanoveno, jak se mají vstupní data dělit a mapovat do sloupců databázových tabulek.

```
LOAD DATA  
  INFILE 'POLOHY.TXT'  
  APPEND  
  INTO TABLE POLOHY_IMPORT  
  FIELDS TERMINATED BY "\t"  
  (  
    ID "TO_NUMBER(:ID, '9999.999999')",  
    DATUM DATE "YYYY-MM-DD HH24:MI:SS",  
    PX "TO_NUMBER(:PX, '9999.99999999')",  
    PY "TO_NUMBER(:PY, '9999.99999999')" )
```

Výše je uveden kontrolní soubor pro import záznamů do tabulky POLOHY\_IMPORT, níže pak kontrolní soubor pro přiřazení hodnot do databázové tabulky JIZDY\_IMPORT.

```
LOAD DATA  
  INFILE 'JIZDY2009.TXT'  
  APPEND  
  INTO TABLE JIZDY_IMPORT  
  FIELDS TERMINATED BY "\t"  
  (  
    ID "TO_NUMBER(:ID, '9999.99999999')",  
    Z_DATUM DATE "YYYY-MM-DD HH24:MI:SS",  
    K_DATUM DATE "YYYY-MM-DD HH24:MI:SS",  
    Z_PX "TO_NUMBER(:Z_PX, '9999.99999999')",  
    Z_PY "TO_NUMBER(:Z_PY, '9999.99999999')",  
    K_PX "TO_NUMBER(:K_PX, '9999.99999999')",  
    K_PY "TO_NUMBER(:K_PY, '9999.99999999')",  
    T "TO_NUMBER(:T, '9999.99999999')")
```

## 1.3 Očištění zdrojových dat

Po vytvoření a naplnění tabulek obsahujících získaná data lze přistoupit k vyčištění dat z hlediska duplicit záznamů a hodnot z prostorového či datového hlediska nesmyslných. V příkladu je vidět vymazání duplicitních záznamů, vymazání záznamů nesouvisejících s budoucím zkoumáním a data logicky nesmyslná, kdy by mohla nastat situace, že začátek jízdy vozidla následuje po konci jízdy vozidla.

```
DELETE FROM(SELECT * FROM POLOHY_IMPORT WHERE PX NOT BETWEEN 48.53 AND 51.00 AND PY NOT BETWEEN 12.14 AND 18.86);

DELETE FROM(SELECT * FROM JIZDY_IMPORT WHERE Z_PX NOT BETWEEN 48.53 AND 51.00 AND Z_PY NOT BETWEEN 12.14 AND 18.86 AND K_PX NOT BETWEEN 48.53 AND 51.00 AND K_PY NOT BETWEEN 12.14 AND 18.86);

DELETE FROM(SELECT * FROM POLOHY_IMPORT WHERE DATUM<'1.1.2009');

DELETE FROM(SELECT * FROM JIZDY_IMPORT WHERE Z_DATUM<'1.1.2009');

DELETE FROM(SELECT * FROM JIZDY_IMPORT WHERE K_DATUM<'1.1.2009');

DELETE FROM(SELECT * FROM JIZDY_IMPORT WHERE K_DATUM<Z_DATUM);

COMMIT;
```

## 1.4 Vytvoření zdrojových tabulek s podporou prostorových datových typů

Po naplnění zdrojových tabulek je třeba vytvořit tabulky s podporou uložení prostorových dat. Tyto tabulky slouží pro výpočty a transformaci dat k potřebným záznamům s prostorovou orientací. První tabulkou je tabulka POLOHA, do které se ukládají hodnoty z tabulky POLOHY\_IMPORT.

```
CREATE TABLE POLOHA
(IDBOD NUMBER, IDVUZ NUMBER, DATUM DATE, POLOHA SDO_GEOMETRY);
```

Po vytvoření tabulky je důležité zajistit automatické číslování záznamů při vložení záznamu. Tato funkce je zajišťována kombinací sekvence a triggeru.

```
CREATE SEQUENCE POLOHY_SEQ MINVALUE 1 MAXVALUE 999999999 INCREMENT BY 1 START WITH 1 CACHE 20
NOORDER NOCYCLE;

COMMIT;

CREATE OR REPLACE TRIGGER POLOHY_TRG
BEFORE INSERT ON "SVI071"."POLOHA"
FOR EACH ROW
BEGIN
```



```
IF INSERTING THEN
  IF :NEW."IDBOD" IS NULL THEN
    SELECT POLOHY_SEQ.NEXTVAL INTO :NEW."IDBOD" FROM DUAL;
  END IF;
END IF;
END;
COMMIT;
```

**Takto vytvořenou strukturu tabulky je možné pomocí skriptu naplnit záznamy.**

```
INSERT INTO POLOHA (IDVUZ, DATUM, POLOHA) SELECT PI.ID, PI.DATUM, SDO_GEOMETRY(2001, 8307,
SDO_POINT_TYPE(PI.PX, PI.PY, NULL), NULL, NULL) FROM POLOHY_IMPORT PI;
```

**Po importu dat do tabulky je dle invencí třeba specifikovat územní rozsah importovaných dat a vytvořit prostorový index.**

```
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES (
'POLOHY', 'POLOHA',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY(
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 48.53, 51.00, 0.003),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 12.14, 18.86, 0.003)),
8307);
CREATE INDEX POLOHY_IDX ON POLOHA(POLOHA) INDEXTYPE IS MDSYS.SPATIAL_INDEX;
```

**Stejně tak lze pokračovat s vytvořením tabulky JIZDA, kam se ukládají záznamy získané z tabulky JIZDY\_IMPORT.**

```
CREATE TABLE JIZDA(IDVUZ NUMBER, Z_DATUM DATE, K_DATUM DATE, Z_POLOHA SDO_GEOMETRY, K_POLOHA
SDO_GEOMETRY);
```

**Této tabulce je třeba rovněž přiřadit automatické číslování pomocí kombinace sekvence a triggeru.**

```
CREATE SEQUENCE JIZDA_SEQ MINVALUE 1 MAXVALUE 999999999 INCREMENT BY 1 START WITH 1 CACHE 20
NOORDER NOCYCLE;
CREATE OR REPLACE TRIGGER JIZDA_TRG
  BEFORE INSERT ON "SVI071"."JIZDA"
  FOR EACH ROW
BEGIN
  IF INSERTING THEN
    IF :NEW."IDJIZDA" IS NULL THEN
      SELECT JIZDA_SEQ.NEXTVAL INTO :NEW."IDJIZDA" FROM DUAL;
    END IF;
```

```
END IF;
```

Po provedení potřebných kroků lze přistoupit k importu dat do tabulky.

```
INSERT INTO JIZDA (IDVUZ, Z_DATUM, K_DATUM, Z_POLOHA, K_POLOHA, T) SELECT JI.ID,  
JI.Z_DATUM, JI.K_DATUM, SDO_GEOMETRY(2001, 8307, SDO_POINT_TYPE(JI.Z_PY, JI.Z_PX, NULL), NULL,  
NULL), SDO_GEOMETRY(2001, 8307, SDO_POINT_TYPE(JI.K_PY, JI.K_PX, NULL), NULL, NULL), JI.T FROM  
JIZDY_IMPORT JI;
```

Jakmile je proveden import záznamů, provádí se definice územního rozsahu spolu se spuštěním prostorové indexace.

```
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES (  
'JIZDA', 'Z_POLOHA',  
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY(  
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 48.53, 51.00, 0.003),  
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 12.14, 18.86, 0.003)),  
8307);  
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES (  
'JIZDA', 'K_POLOHA',  
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY(  
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 48.53, 51.00, 0.003),  
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 12.14, 18.86, 0.003)),  
8307);  
CREATE INDEX JIZDA_Z_IDX ON JIZDA(Z_POLOHA) INDEXTYPE IS MDSYS.SPATIAL_INDEX;  
CREATE INDEX JIZDA_K_IDX ON JIZDA(K_POLOHA) INDEXTYPE IS MDSYS.SPATIAL_INDEX;
```

## 1.5 Přiřazení polohových záznamů k jízdám vozidel

Výše vytvořené tabulky jsou dále použity při implementaci pomocných tabulek a výpočtů v rámci vývoje databáze. Další v řadě je pomocná tabulka JIZDA\_BOD, ve které je identifikováno propojení tabulek POLOHA a JIZDA.

```
CREATE TABLE JIZDA_BOD AS SELECT J.IDJIZDA, P.IDBOD, P.IDVUZ FROM POLOHA P, JIZDA J WHERE P.DATUM  
BETWEEN J.Z_DATUM AND J.K_DATUM AND P.IDVUZ=J.IDVUZ ORDER BY J.IDJIZDA, P.DATUM;  
COMMIT;  
CREATE INDEX JIZDA_BOD_IDX ON JIZDA_BOD (IDJIZDA, IDBOD, IDVUZ) COMPUTE STATISTICS;  
COMMIT
```

## 1.6 Zjištění následných bodů

Pro využití statistických funkcí je vytvořena tabulka identifikující následnost jednotlivých polohových záznamů jízdy vozidla, včetně prostorové charakteristiky a spuštění prostorové indexace. Je zde využita analytická metoda, která zajišťuje vyhledávání chtěných hodnot.

```
CREATE TABLE NASLEDNE_BODY AS SELECT A. IDJIZDA, B. IDVUZ, A. IDBOD, LEAD(A. IDBOD, 1) OVER (ORDER BY
B. IDVUZ, A. IDJIZDA, B. DATUM) "IDBOD_N", B. DATUM, B. POLOHA FROM JIZDA_BOD A, POLOHA B WHERE
A. IDBOD=B. IDBOD ORDER BY A. IDJIZDA, B. DATUM;
COMMIT;
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES (
'NASLEDNE_BODY', 'POLOHA',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY(
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 48.53, 51.00, 0.003),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 12.14, 18.86, 0.003)),
8307);
COMMIT;
CREATE INDEX NASLEDNE_BODY_IDX ON NASLEDNE_BODY(POLOHA) INDEXTYPE IS MDSYS.SPATIAL_INDEX;
```

Takto je v databázi vytvořena základní polohová struktura záznamů jízd vozidel ze získaných dat. Nyní se přistoupí k importu záznamů specifikujících územní jednotky.

## 1.7 Tabulky se záznamy geometrických útvarů

V následujících krocích je zapotřebí získat soubory typu shapefile z geodatabází, které budou následně pomocí nástroje GeoRaptor, obsaženého v Oracle SQL Developer, vloženy do struktury databáze. Tyto tabulky jsou v databázi uloženy dle struktury, která je znázorněná v textu diplomové práce. Konkrétně se jedná o tabulky:

- SILNICE
- OBCE
- OKRESY
- KRAJE

Po specifikaci vstupních hodnot a spuštění načítání se již automaticky zajistí vytvoření databázových tabulek včetně spuštění prostorového indexování.

## 1.8 Pomocné tabulky – přiřazení polohových záznamů ke správním celkům

Tato část implementace není bezpodmínečně důležitá. Jdou zde vytvořeny pomocné tabulky pro přiřazení polohových jízdních záznamů ke správním jednotkám. Díky tomu je výrazně posílena rychlost statistických výpočtů.

```
CREATE TABLE BOD_KRAJ AS SELECT P. IDBOD, P. POLOHA, K. NK FROM POLOHA P, KRAJE K WHERE
SDO_ANYINTERACT(P. POLOHA, K. GEOM)= ' TRUE' ;

CREATE TABLE BOD_OKRES AS SELECT P. IDBOD, P. POLOHA, O. OBJECTID FROM POLOHA P, OKRESY O WHERE
SDO_ANYINTERACT(P. POLOHA, O. GEOM)= ' TRUE' ;

CREATE TABLE BOD_OBEC AS SELECT P. IDBOD, P. POLOHA, O. NAZ_OBEC FROM POLOHA P, OBCE O WHERE
SDO_ANYINTERACT(P. POLOHA, O. GEOM)= ' TRUE' ;

CREATE TABLE BOD_SILNICE AS SELECT P. IDBOD, P. POLOHA, S. OBJECTID FROM POLOHA P, ROZNOV_BUFFER S
WHERE SDO_ANYINTERACT(P. POLOHA, S. GEOM)= ' TRUE' ;

INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES (
' BOD_KRAJ', ' POLOHA',
MDSYS. SDO_DIM_ARRAY (
MDSYS. SDO_DIM_ELEMENT(' X', 48. 53, 51. 00, 0. 003),
MDSYS. SDO_DIM_ELEMENT(' Y', 12. 14, 18. 86, 0. 003)),
8307) ;

CREATE INDEX BOD_KRAJ_IDX ON BOD_KRAJ(POLOHA) INDEXTYPE IS MDSYS. SPATIAL_INDEX;

INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES (
' BOD_OKRES', ' POLOHA',
MDSYS. SDO_DIM_ARRAY (
MDSYS. SDO_DIM_ELEMENT(' X', 48. 53, 51. 00, 0. 003),
MDSYS. SDO_DIM_ELEMENT(' Y', 12. 14, 18. 86, 0. 003)),
8307) ;

CREATE INDEX BOD_OKRES_IDX ON BOD_OKRES(POLOHA) INDEXTYPE IS MDSYS. SPATIAL_INDEX;

INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES (
' BOD_OBEC', ' POLOHA',
MDSYS. SDO_DIM_ARRAY (
MDSYS. SDO_DIM_ELEMENT(' X', 48. 53, 51. 00, 0. 003),
MDSYS. SDO_DIM_ELEMENT(' Y', 12. 14, 18. 86, 0. 003)),
8307) ;

CREATE INDEX BOD_OBEC_IDX ON BOD_OBEC(POLOHA) INDEXTYPE IS MDSYS. SPATIAL_INDEX;

INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES (
```

```
'BOD_SILNICE', 'POLOHA',  
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY(  
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 48.53, 51.00, 0.003),  
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 12.14, 18.86, 0.003)),  
8307);  
CREATE INDEX BOD_SILNICE_IDX ON BOD_SILNICE(POLOHA) INDEXTYPE IS MDSYS.SPATIAL_INDEX;
```

## 2 FUNKCE PRO VÝPOČET STATISTICKÉHO VYHODNOCENÍ DOPRAVY

V následujících podkapitolách jsou uvedeny postupy implementace jednotlivých funkcí, které provádí výpočty jednotlivých statistických charakteristik použitých ve zpracování diplomové práce.

### 2.1 Funkce pro výpočet ujeté vzdálenosti

Funkce pro výpočet délky jízdy vozidla je důležitá z hlediska stanovení ujeté vzdálenosti, ale je potřebná také pro výpočet průměrné rychlosti vozidla.

```
CREATE OR REPLACE  
FUNCTION VZDALENOST ( IDJ NUMBER) RETURN NUMBER AS  
VYSLEDEK NUMBER;  
IDBOD_P NUMBER;  
IDBOD_N NUMBER;  
POM1 NUMBER;  
POM2 NUMBER;  
POM3 NUMBER;  
CURSOR C1 IS SELECT AA.IDBOD, LEAD(AA.IDBOD,1) OVER (ORDER BY P.DATUM) FROM JIZDA_BOD AA, POLOHA  
P WHERE AA.IDJIZDA=IDJ AND AA.IDBOD=P.IDBOD;  
CURSOR C2 IS SELECT SDO_GEOM.SDO_DISTANCE(C_B.POLOHA, C_D.POLOHA, 0.005) FROM POLOHA C_B,  
POLOHA C_D WHERE C_B.IDBOD=IDBOD_P AND C_D.IDBOD = IDBOD_N;  
BEGIN  
POM2:=0;  
OPEN C1;  
-- DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('VZDALENOST: ');
```

```

LOOP
    FETCH C1 INTO IDBOD_P, IDBOD_N;
    EXIT WHEN C1%NOTFOUND;
    OPEN C2;
    FETCH C2 INTO POM1;
    POM2:=POM1+POM2;
    CLOSE C2;
    END LOOP;
    POM3:=POM2-POM1;
    CLOSE C1;
RETURN POM3;
END VZDALENOST;

```

## 2.2 Výpočet rychlosti jízdy vozidla

Výpočet průměrné rychlosti vozu je prováděn na základě poměru mezi ujetou vzdáleností a časovým intervalem stanoveným z extrakce mezi datovými razítky. Z důvodu jednoduchosti bude tato funkce poskytnuta na dotaz. Pro statistiku je ale důležitá i implementace stanovení aktuální rychlosti v každé poloze jízdy vozidla. Tento výpočet je stanoven formou vytvoření pomocné tabulky, se kterou následně probíhá interakce funkcí provádějících statistické výpočty.

```

CREATE TABLE RYCHLOST AS SELECT I. IDBOD, I. POLOHA, I. DATUM, I_N. DATUM AS DATUM_N,
((SDO_GEOM.SDO_DISTANCE(I. POLOHA, I_N. POLOHA, 0.005))/((...)) AS RYCHLOST FROM NASLEDNE_BODY I,
NASLEDNE_BODY I_N WHERE I_N. IDBOD=I. IDBOD_N AND (I_N. DATUM-I. DATUM) !=0;
COMMIT;
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES (
' RYCHLOST', ' POLOHA',
MDSYS. SDO_DIM_ARRAY (
MDSYS. SDO_DIM_ELEMENT(' X', 48.53, 51.00, 0.003),
MDSYS. SDO_DIM_ELEMENT(' Y', 12.14, 18.86, 0.003)),
8307);
COMMIT;

```

## 2.3 Výpočet dopravní zátěže na zadaném území

Představuje nejjednodušší funkci, která vyhodnocuje počet vozidel na území stanovené obdélníkem, který charakterizují zeměpisné souřadnice levého dolního rohu a pravého horního rohu vybraného obdélníku v zadaném časovém rozpětí.

```
CREATE OR REPLACE
FUNCTION ZATEZ_UZEMI
(
  LD NUMBER, PH NUMBER, DAT_Z DATE, DAT_K DATE
) RETURN SYS_REFCURSOR IS L_RC SYS_REFCURSOR;
BEGIN
  OPEN L_RC
  FOR SELECT  EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS')) AS HOUR,
    COUNT(P. IDBOD) "POCET"
  FROM POLOHA P
  WHERE SDO_ANYINTERACT(P. POLOHA, SDO_GEOMETRY (
    2003, -- TWO-DIMENSIONAL POLYGON
    8307,
    NULL,
    SDO_ELEM_INFO_ARRAY (1, 1003, 3),
    SDO_ORDINATE_ARRAY (LD, PH)
  )) = ' TRUE'
    AND P.DATUM BETWEEN (TO_CHAR(DAT_Z, 'DD-MM-YYYY') || ' 00:00:00' ) AND (TO_CHAR(DAT_K, 'DD-
MM-YYYY') || ' 23:59:59')
  GROUP BY EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS'))
  ORDER BY HOUR ASC;
  RETURN L_RC;
END ZATEZ_UZEMI;
```

## 2.4 Výpočet dopravní zátěže na územním celku v závislosti na dnech

Následují 3 typy funkcí, které provádějí výpočet dopravní zátěže na územním celku v závislosti na jednotlivých dnech týdne. V databázi je implementována kompletní sada funkcí pro výpočet této charakteristiky na území krajů, okresů, obcí a silnic. Níže je uveden příklad závislosti na území kraje. Funkci jsou před prováděním předány 3

parametry charakterizující název zkoumaného kraje, datum počátku zkoumání a datum ukončení zkoumání.

```
CREATE OR REPLACE
FUNCTION ZATEZ_KRAJ_D
( KRAJ VARCHAR2, DAT_Z DATE, DAT_K DATE) RETURN SYS_REFCURSOR IS L_RC SYS_REFCURSOR;
BEGIN
  OPEN L_RC
  FOR SELECT TO_CHAR(TO_DATE(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS'), 'DAY') AS DEN,
    COUNT(UNIQUE(P.IDVUZ)) "POCET" /*COUNT(P.IDBOD) "POCET"*/
  FROM POLOHA P, KRAJE K
  WHERE SDO_ANYINTERACT(P.POLOHA, K.GEOM) = 'TRUE' AND K.NK=KRAJ
  AND P.DATUM BETWEEN (TO_CHAR(DAT_Z, 'DD-MM-YYYY') || ' 00:00:00') AND (TO_CHAR(DAT_K, 'DD-MM-YYYY') || ' 23:59:59')
  GROUP BY TO_CHAR(TO_DATE(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS'), 'DAY')
  ORDER BY DEN ASC;
  RETURN L_RC;
END ZATEZ_KRAJ_D;
```

Další zdrojové kódy budou poskytnuty na dotaz.

## 2.5 Výpočet dopravní zátěže na územním celku v závislosti na hodině

Tak, jako předchozí soubor funkcí, je i tento výpočet sadou funkčních výpočtů se závislostí na územních celcích specifikovaných v předchozím příkladu. Podstatný rozdíl v implementacích stojí na odlišném ukazateli zkoumané závislosti, v tomto případě se jedná o hodinu dne. Uživatel tak formou parametrů zadá identifikátor či název územního celku, datum začátku zkoumání a datum konce zkoumání. Následuje příklad výpočtu na území obce.

```
CREATE OR REPLACE
FUNCTION ZATEZ_OBEC_H
( OBEC VARCHAR2, DAT_Z DATE, DAT_K DATE) RETURN SYS_REFCURSOR IS L_RC SYS_REFCURSOR;

BEGIN
  OPEN L_RC
```



```

FOR SELECT  EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM,'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS')) AS HOUR,
COUNT(UNIQUE(P.IDVUZ)) "POCET" /*COUNT(P.IDBOD) "POCET"*/
FROM POLTEST P, OBCE O
WHERE SDO_ANYINTERACT(P.POLOHA, O.GEOM) = 'TRUE' AND O.NAZ_OBEC=OBEC
AND P.DATUM BETWEEN (TO_CHAR(DAT_Z, 'DD-MM-YYYY') || ' 00:00:00' ) AND (TO_CHAR(DAT_K, 'DD-
MM-YYYY') || ' 23:59:59' )
GROUP BY EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM,'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS'))
ORDER BY HOUR ASC;
RETURN L_RC;
END ZATEZ_OBEC_H;

```

## 2.6 Výpočet dopravní zátěže na územním celku v závislosti na měsíci

Stejně, jako předchozí 2 ukázky výpočtu statistických funkcí i tato funkce vyjadřuje závislost hustoty dopravy na specifikovaném území, tentokrát v závislosti na měsíci v daném roce. Ukázka funkčního výpočtu popisuje situaci v okrese, přičemž jsou implementovány také funkce pro výpočet této charakteristiky v kraji, obci a na silnici.

```

CREATE OR REPLACE
FUNCTION ZATEZ_OKRES_M
( OKRES VARCHAR2, M1 NUMBER, M2 NUMBER) RETURN SYS_REFCURSOR IS L_RC SYS_REFCURSOR;
BEGIN
OPEN L_RC
FOR SELECT TO_CHAR(TO_DATE(P.DATUM,'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS'),'MONTH') AS MESIC,
COUNT(UNIQUE(P.IDVUZ)) "POCET"
FROM POLOHA P, OKRESY O
WHERE SDO_ANYINTERACT(P.POLOHA, O.GEOM) = 'TRUE' AND O.NAZEV=OKRES
AND EXTRACT(MONTH FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM,'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS')) BETWEEN M1 AND M2
GROUP BY TO_CHAR(TO_DATE(P.DATUM,'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS'),'MONTH')
ORDER BY MESIC ASC;
RETURN L_RC;
END ZATEZ_OKRES_M;

```

## 2.7 Vývoj rychlosti vozidel v závislosti na rychlosti a hodině dne

Jedná se o funkci, která vyhodnocuje kategorizaci rychlostních údajů a podává informace o počtu vozidel, jejichž rychlost se nachází v určitém rychlostním intervalu v závislosti na denní hodině. V těle funkce jsou volány další funkce, které dělí rychlostní záznamy do kategorií. Znění těchto funkcí bude poskytnuto na vyžádání. V následujícím příkladu lze shlédnout implementaci funkce `rychlost_silnice_h`, jejímiž vstupními parametry jsou identifikátor silnice, datum počátku zkoumání a datum ukončení zkoumání jevu.

```
CREATE OR REPLACE
FUNCTION RYCHLOST_SILNICE_H
( SILNICE NUMBER, DAT_Z DATE, DAT_K DATE
) RETURN SYS_REFCURSOR IS L_RC SYS_REFCURSOR
BEGIN
    OPEN L_RC
    FOR SELECT  DAT_Z, SILNICE, EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS')) AS
    HOUR,
        COUNT(P.RYCHLOST) "POCET"
        , R20(SILNICE, DAT_Z, DAT_K, EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY
HH24:MI:SS')))"<20"
        , R30(SILNICE, DAT_Z, DAT_K, EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY
HH24:MI:SS')))"<30"
        , R40(SILNICE, DAT_Z, DAT_K, EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY
HH24:MI:SS')))"<40"
        , R50(SILNICE, DAT_Z, DAT_K, EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY
HH24:MI:SS')))"<50"
        , R200(SILNICE, DAT_Z, DAT_K, EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY
HH24:MI:SS')))">=50"
    FROM RYCHLOST P, ROZNOV_BUFFER B
    WHERE SDO_ANYINTERACT(P.POLOHA, B.GEOM) = 'TRUE' AND B.OBJECTID=SILNICE
    AND P.DATUM BETWEEN (TO_CHAR(DAT_Z, 'DD-MM-YYYY') || ' 00:00:00' ) AND (TO_CHAR(DAT_K, 'DD-
MM-YYYY') || ' 23:59:59' )
    GROUP BY EXTRACT(HOUR FROM TO_TIMESTAMP(P.DATUM, 'DD-MM-YYYY HH24:MI:SS'))
    ORDER BY HOUR ASC;
    RETURN L_RC;
END RYCHLOST_SILNICE_H;
```

## Příloha II. OBSAH CD

Na přiloženém CD se nachází dokumentace k zadané diplomové práci, SQL skripty pro vytvoření databáze a projekt aplikace pro dotazování dat uložených v databázi. Aplikace je vytvořena ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio Web Developer Express 2013. Struktura Adresářů je uvedena v následující tabulce.

| Adresář      | Popis   |
|--------------|---|
| / Text /     | adresář obsahující dokumentaci k řešené diplomové práci |
| / SQL /      | adresář obsahující zdrojové kódy pro vytvoření databáze |
| / Aplikace / | adresář s projektem webové aplikace                     |